



UNIVERSIDADE  
LUSÓFONA

Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Engenharia

**ENQUADRAMENTO LEGAL DO BIM**  
**EM PORTUGAL**  
CONTEÚDOS TÉCNICOS PARA A ELABORAÇÃO  
DE UMA PROPOSTA LEGISLATIVA

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil, orientada pela Professora Doutora Ana Neyra Brandão de Vasconcelos e coorientada pelo Doutor António Manuel Gardete Mendes Cabaço

Vander Cruz de Carvalho Escovaló

2024





UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**

Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Engenharia

**ENQUADRAMENTO LEGAL DO BIM**  
**EM PORTUGAL**  
**CONTEÚDOS TÉCNICOS PARA A ELABORAÇÃO**  
**DE UMA PROPOSTA LEGISLATIVA**

Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa no dia 22/02/2024, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º 657/2024, de 30 de janeiro de 2024, com a seguinte composição:  
Presidente: Prof. Doutor Elói João Faria Figueiredo  
Arguente: Prof. Doutor Ricardo Pontes Resende  
Orientadora: Prof.ª Doutora Ana Neyra Brandão de Vasconcelos

Este trabalho foi coorientado por Doutor António Manuel Gardete Mendes Cabaço

**VERSÃO FINAL**

Vander Cruz de Carvalho Escovallo

2024



*A tecnologia é melhor quando une pessoas  
(Matt Mullenweg)*



## **Dedicatória**

Dedico todo este trabalho à minha mãe e à minha avó Dona Vitoria Candeia, que estejas a descansar em paz ao lado de Deus, em breve estaremos juntos, enquanto isso estarei aqui a fazer o máximo para te orgulhar sempre.



## **Agradecimentos**

Apesar de ser uma das primeiras páginas do trabalho, foi a última página a ser escrita porque ao longo do meu percurso académico, inúmeras pessoas fizeram muito por mim, porém, se fosse para escrever a lista seria muito longa. Mas, mais importante do que estar aqui escrito é estarem guardadas no meu coração.

Esta dissertação de mestrado representa o culminar de uma etapa e o início de outra. Entretanto, não poderia terminar esta etapa sem deixar aqui registado o agradecimento a várias pessoas.

Em primeiro lugar, a Deus, por me permitir chegar até aqui, porque sem ele não seria possível.

Aos meus pais, José Escoval e Maria Rosa Escoval, por tudo o que fazem por mim. Mas, eu sei que com palavras nunca terei como vos agradecer, então, ao longo da minha vida farei o máximo para vos honrar.

Às minhas irmãs, Luercia Escoval, Deníssia Escoval, Jéssica Gomes e, em especial, à minha irmã Vandêrcia Escoval, que de forma direta e indireta me ajudou em vários momentos na elaboração deste trabalho.

Ao meu mano Márcio Tyambanga, que de várias formas me inspirou a seguir o curso de Engenharia Civil.

A todos os meus colegas, desde a Universidade Agostinho Neto à Universidade Lusófona, em particular ao meu grande amigo que a Universidade me deu, Frederico Franco.

À professora Ana Brandão de Vasconcelos, por sempre acreditar em mim (nunca terei como agradecer). Desde a licenciatura que eu queria que a professora fosse minha orientadora e cada dia que passa só tenho mais certeza de que tive a melhor orientadora possível.

Ao professor António Cabaço por todo apoio que me deu, por todos os puxões de orelhas e opiniões críticas que foram cruciais para a elaboração desta dissertação.

A todos os professores da Faculdade de Engenharia da Universidade Lusófona, em particular ao professor Elói Figueiredo, por toda a sua disponibilidade.

Em geral, agradeço a toda a minha família e amigos e ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil pelo estágio e pelo acolhimento para a elaboração da presente dissertação.



## **Resumo**

A implementação do *Building Information Modeling* (BIM) em Portugal tem vindo a crescer ao longo dos anos, conduzindo a uma mudança nas formas tradicionais de trabalho. O BIM introduz novas responsabilidades e funções no papel a desempenhar pelos Donos da Obra, Projetistas, Empreiteiros e Fiscalização.

A Portaria n.º 255/2023, de 07 de agosto, aprova o conteúdo obrigatório do projeto de execução, bem como os procedimentos e normas a adotar na elaboração e faseamento de projetos de obras públicas. Esta Portaria veio substituir a Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho, introduzindo pela primeira vez o termo “BIM”. No entanto, não estabelece ainda os requisitos mínimos que devem constar num projeto desenvolvido em BIM nem aborda os conteúdos e os principais aspetos ligados às metodologias BIM.

Neste sentido, torna-se fundamental a criação de disposições legislativas que estabeleçam os requisitos mínimos de um modelo BIM nas diversas fases de projeto e inclua os processos e procedimentos já consagrados em normativas internacionais para o BIM. Deste modo, o desenvolvimento desta dissertação de mestrado tem como objetivo definir um conjunto de aspetos técnicos relevantes a serem contemplados aquando da redação de uma proposta legislativa que contemple o faseamento e a obrigatoriedade de utilização de modelos BIM em empreendimentos de construção, procedendo, para tal, a um levantamento das normas e legislação nacional e internacional sobre projetos de execução, gestão de empreendimentos e BIM.

**Palavras-chave:** BIM, Portaria n.º 255/2023, ISO 19650, projeto de execução.



## **Abstract**

The implementation of Building Information Modeling (BIM) in Portugal has been growing over the years, leading to a change in traditional ways of working. BIM introduces new responsibilities and functions in the role to be played by Project Owners, Designers, Contractors and Supervisors.

The Portuguese Ordinance nr. 255/2023, of August 7, approves the mandatory content of the detailed design, as well as the procedures and standards to be adopted in the preparation and phasing of public works projects. This Ordinance replaced the Ordinance nr. 701-H/2008, of July 29, introducing the term "BIM" for the first time. However, it still does not establish the minimum requirements that must be included in a project developed using BIM, nor does it address the contents and main aspects of BIM methodologies.

In this sense, it is essential to create legislative provisions that establish the minimum requirements for a BIM model in the various project phases and include the processes and procedures already enshrined in international BIM standards. The aim of this master's thesis is therefore to define a set of relevant technical aspects to be taken into account when drafting a legislative proposal that includes the phasing and mandatory use of BIM models in construction projects, by surveying national and international standards and legislation on detailed designs, project management and BIM.

**Keywords:** BIM, Ordinance nr. 255/2023, ISO 19650, detailed design.



## **Abreviaturas, siglas e símbolos**

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AIM – Modelos de Informação do Ativo (*Asset Information Models*)

BEP – Plano de Execução BIM (*BIM Execution Plan*)

BIM – Modelação de Informação da Construção (*Building Information Modeling*)

BNL – Biblioteca Nacional de Objetos (*Bim National Library*)

BPMN – Notação de Modelagem de Processos BIM (*BIM Process Modeling Notation*)

CCP – Código dos Contratos Públicos

CICS – Sistemas de Classificação da Informação sobre Construção (*Construction Information Classification Systems*)

CT – Comissão Técnica de Normalização (*Technical Committee for Standardization*)

EIR – Requisitos de Informação da Entidade Contratante (*Employer's Information Requirements*)

IDM – Manual de entrega de Informações (*Information Delivery Manual*)

IFC – Industry Foundation Classes

IPQ – Instituto Português da Qualidade

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LOD – Nível de desenvolvimento (*Level Of Development*)

LOIN – Nível de necessidade de informação (*Level Of Information Need*)

PIM – Modelos de Informação do Projeto (*Project Information Models*)

RIBA – Instituto Real dos Arquitetos Britânico (*Royal Institute of British Architects*)

UE – União Europeia (*European Union*)



# Índice Geral

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento .....	1
1.2	Motivação .....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.4	Metodologia.....	3
1.5	Faseamento .....	5
1.6	Estrutura do Trabalho .....	6
2	<i>Building Information Modelling</i> (BIM): conceitos, normas e utilização.....	9
2.1	Considerações iniciais .....	9
2.2	Breve caracterização dos conceitos e conteúdos ligados ao BIM .....	9
2.3	Normas relevantes para o uso de modelos BIM .....	16
2.4	A adoção internacional da metodologia BIM.....	31
3	Regulamentação e normalização nacional e internacional sobre elaboração de projetos, execução de obras e modelos BIM .....	37
3.1	Considerações iniciais .....	37
3.2	Norma ISO 19650.....	37
3.2.1	Intervenientes e suas atribuições de acordo com o estipulado na norma ISO 19650- 1 e ISO 19650- 2 .....	38
3.2.2	Dificuldades na adaptação da norma ISO 19650 ao contexto nacional.....	41
3.3	Faseamento da implementação do BIM no contexto nacional .....	44
3.4	Impactos do BIM nos procedimentos atuais .....	47
3.5	Portaria n.º 255, de 07 de agosto .....	55
4	Conteúdos técnicos para a elaboração de uma proposta legislativa para o BIM .....	59
4.1	Considerações iniciais .....	59
4.2	Proposta legislativa para elaboração de projetos BIM .....	59
4.3	Proposta para o articulado .....	61
4.3.1	Disposições gerais .....	61
4.3.1.1	Definições .....	61
4.3.1.2	Gestor de informação ( <i>contributos de respostas para as questões 5 e 6</i> ).....	62
4.3.1.3	Ambiente comum de dados.....	63

4.3.1.4	Faseamento de implementação e usos BIM ( <i>contributos de resposta para a Questão 14</i> ).....	64
4.3.1.5	Plano de execução BIM ( <i>contributos de resposta para as questões 17 e 18</i> )	65
4.3.1.6	Programa preliminar ( <i>contributos para a resposta da questão 23</i> ).....	66
4.3.2	Conteúdos do modelo de informação, em fase de projeto.....	67
4.3.2.1	Fase de projeto ( <i>contributos de resposta para a questão 24</i> ).....	67
4.3.2.2	Requisitos mínimos para proposta legislativa.....	72
4.3.2.3	Processo colaborativo e aprovação do modelo de informação ( <i>contributos para a resposta da questão 27</i> ).....	73
4.4	Apresentação da proposta ao meio técnico.....	73
5	Considerações finais .....	75
5.1	Conclusões.....	75
5.2	Trabalhos futuros.....	76

## **Índice de Quadros**

Quadro 2.1 – Iniciativas de normalização nacionais por países (adaptado de (Kiczak, 2020)).....	31
Quadro 3.1 – Critérios utilizados para fasear as exigências (adaptado do relatório Plan4digital).....	46
Quadro 4.1 – LOD e LOIN mínimos para as diferentes fases de projeto.....	72



## Índice de Figuras

Figura 2.1 – Nível de maturidade 0 (unitedBim, 2022) .....	13
Figura 2.2 – Modelo Colaborativo (Trivedi, 2019).....	14
Figura 2.3 – As classes e a relação entre elas (Adaptado da ISO 12006-2:2022).....	18
Figura 2.4 – Diagrama de relação do nível de informação necessária – LOIN (ISO 17412-1:2020).....	19
Figura 2.5 – Fases de maturidade da gestão analógica e digital (ISO 19650-1:2018)	24
Figura 2.6 – Gráfico de fluxo de entrega de informação (adaptado da ISO 19650 – parte 1).	26
Figura 2.7 – Conceito de ambiente de dados comum (CDE) (ISO 19650-1:2018) ....	27
Figura 2.8 – Âmbito da ISO 19650-2:2018 (ISO 19650-2:2018) .....	29
Figura 2.9 – Processo de gestão de informação (ISO 19650-2:2018).....	30
Figura 2.10 – Barreiras à Digitalização/BIM por categoria (Rocha et al., 2022).....	34
Figura 2.11 – Medidas prioritárias para a adoção do BIM em Portugal (Rocha et al., 2022) (Martins et al., 2022) .....	36
Figura 3.1 – Intervenientes e suas atribuições (UK BIM Alliance, 2019) .....	38
Figura 3.2 – Appointing Party (UK BIM Framework, 2020) .....	39
Figura 3.3 – Lead Appointed Party (UK BIM Framework, 2020).....	40
Figura 3.4 – Appointed Part / Task Team (UK BIM Framework, 2020).....	41
Figura 3.5 – Critérios utilizados para definir a obrigatoriedade do BIM por país (Costa et al., 2023) .....	45
Figura 3.6 – Fluxo de trabalho procedimentos atuais (adaptado de (PINTO, 2019)) .	49
Figura 3.7 – Fluxo de trabalho procedimentos BIM (adaptado de (PINTO, 2019))...	49
Figura 3.8 – Projeto CORENET ePlanCheck (Azenha et al., 2022).....	52
Figura 3.9 – Fluxo de trabalho para o pedido de licenciamento de modelos BIM (Azenha et al., 2022).....	54
Figura 4.1 – Plano de faseamento de implementação do BIM (Costa et al., 2023) ....	65



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

O *Building Information Modeling* (BIM) é a representação digital de todas as características físicas e funcionais de um empreendimento (Ministry of Business, 2019). As metodologias BIM são sustentadas por tecnologias digitais que apoiam a colaboração e partilha de informação, criando eficiências, poupando dinheiro e reduzindo os riscos. Estas metodologias aplicam-se a todos os tipos de bens, incluindo edifícios, instalações industriais e infraestruturas civis (Ministry of Business, 2019).

O BIM proporciona uma análise muito mais rica do que as abordagens tradicionais ou procedimentos atuais. Porém, as metodologias associadas aos modelos BIM necessitam ser criteriosamente controladas e geridas, de modo a que a informação produzida esteja bem estruturada e seja fornecida de maneira correta (Arayici et al., 2017).

Várias são as normas internacionais dedicadas ao BIM que estabelecem os requisitos de informação e definem as características de um ambiente colaborativo adequado para produzir e entregar a informação da melhor forma. Em Portugal, estas normas são muito relevantes para a implementação dos modelos BIM e definição de disposições legais.

A nível internacional a adoção do BIM tem sido crescente, identificando-se a criação de decretos governamentais que obrigam de certa forma o uso de modelos BIM em obras públicas (Arayici et al., 2017).

A nível nacional já tem havido algumas iniciativas para apoiar a implementação do BIM, embora até o momento não exista nenhum *roadmap* oficial (Costa, 2018), e já foi criada uma Comissão Técnica de Normalização BIM (CT 197) que tem traduzido algumas normas internacionais e produzido guias de implementação BIM.

O Código dos Contratos Públicos (CCP) estabelece no artigo 62.º parte 6 que “na formação dos contratos de empreitada de obras públicas devem, sempre que possível, ser utilizados meios eletrónicos específicos de modelização eletrónica de dados de construção”(IMPIC, 2021). Na Diretiva 2014/24/EU do Parlamento Europeu e do conselho de 26 de fevereiro de 2014, relativa aos contratos públicos e que revoga a Diretiva 2004/18/CE, estabelece-se no ponto 4 que “no que respeita aos contratos de empreitada de obras públicas e aos concursos de conceção, os Estados-Membros podem exigir a utilização de instrumentos

eletrônicos específicos, tais como instrumentos de modelização eletrónica de dados de construção ou similares” (Diretiva 2014/24/UE, 2014). Constatase, assim, que ambos os documentos já preveem a utilização do BIM, mas, até ao momento, não há nenhuma legislação que aprove o conteúdo obrigatório a constar nos modelos BIM.

Depois de feita uma consulta a especialistas e diversas entidades públicas e privadas da indústria da construção em Portugal, foi possível verificar e identificar que a falta de uma legislação que estabeleça os conteúdos a constar num modelo BIM é um dos principais obstáculos para a adoção do BIM (Rocha et al., 2022). Assim, torna-se fundamental definir um conjunto de aspetos técnicos relevantes a serem contemplados para a redação de uma proposta de atualização do quadro legal, contemplando também o faseamento e a obrigatoriedade de utilização de modelos BIM em empreendimentos de construção. Neste sentido, a presente dissertação tem por objetivo contribuir na redação dessa proposta, refletindo o título essa intenção: “O enquadramento legal do BIM em Portugal - Conteúdos técnicos para a elaboração de uma proposta legislativa”.

## **1.2 Motivação**

A motivação para realizar a dissertação de mestrado num tema ligado ao BIM surgiu no momento que vim para Portugal, uma vez que na altura o “BIM” era um dos temas que eu mais ouvia falar. Tendo visto a forma como o BIM evoluiu ao longo dos últimos anos, é possível prever que a dada altura a indústria da construção nacional vai ser de alguma forma obrigada a utilizar os métodos e/ou modelos BIM, visto que diversos países, principalmente da união europeia, já têm implementado o BIM.

Analisando essa implementação a nível internacional, foi possível verificar que o que quase todos têm em comum é a criação de decretos, por parte dos respetivos governos, que obrigam o uso do BIM em concursos de obras públicas. Assim, existindo algum decreto governamental que obrigue o uso do BIM em Portugal, os profissionais da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) e os donos de obra vão necessitar de algum documento que aprove o conteúdo obrigatório a constar nos modelos BIM. Com a redação da dissertação de mestrado estarei a ajudar na criação de uma proposta legislativa que vai contribuir para adiantar a adoção do BIM a nível nacional e auxiliar os profissionais da AEC na criação, produção e partilha de informação com modelos BIM.

### **1.3 Objetivos**

A presente dissertação pretende estabelecer contributos técnicos que contemplem os procedimentos a adotar na elaboração e no faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM. Para tal, a partir do que se encontra consagrado na Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto, para processos ditos tradicionais de elaboração de projetos e para cada fase de projeto, pretende-se definir de novos conteúdos específicos de modelos BIM e à identificação dos conteúdos daquela Portaria que deverão continuar a ser exigidos para efeitos da elaboração de projetos de obras públicas, tendo em vista a utilização de nomenclatura o mais próxima possível da já existente no quadro legislativo nacional.

Tendo por base a norma ISO 19650 (parte 1 e parte 2) pretende-se que sejam ainda considerados os conteúdos estabelecidos para os modelos BIM e os processos colaborativos de elaboração, verificação e aprovação de projetos definidos naquela ISO. O papel e as funções do gestor de informação BIM, igualmente definidos nesta norma internacional, serão também adaptados a conteúdos legislativos propostos para serem aplicados aos projetos de obras públicas em Portugal.

### **1.4 Metodologia**

A metodologia que foi utilizada para a realização da dissertação foi a seguinte:

1. Levantamento do estado da arte;
2. Auscultação do meio técnico nacional para perceber as dificuldades e as barreiras sentidas para a adoção do BIM em Portugal;
3. Identificação da regulamentação nacional e internacional existente sobre elaboração de projetos, execução de obras e modelos BIM;
4. Análise crítica da regulamentação nacional e internacional identificada no ponto 3;
5. Proposta dos conteúdos técnicos a figurar numa proposta legislativa de atualização do quadro legal nacional aplicável à elaboração de projetos e à execução de obras públicas com recurso a modelos BIM;
6. Validação da proposta;
7. Redação do documento de dissertação.

Para a elaboração da presente dissertação, vários foram os documentos consultados e que serviram de base para o seu desenvolvimento, sendo de destacar os seguintes:

- ISO 19650-1:2018, *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*. (2018). [www.iso.org](http://www.iso.org) (ISO 19650-1, 2018)
- ISO 19650-2:2018, *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)-Information management using building information modelling-Part 2: Delivery phase of the assets*. (2018). [www.iso.org](http://www.iso.org) (ISO 19650-2, 2018)
- Succar, B. (2020). 211in Model Uses Table. *Zenodo*, 1.26, 7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3563403%0Ahttps://bimexcellence.org/wp-content/uploads/201in-Competency-Table.pdf> (Succar, 2020)
- Bedrick, J., Ikerd, W., & Reinhardt, J. (2021). *Level of Development (LOD) Specification For Building Information Models Part I*, Guide, & Commentary. *Bim Forum*, December, 1–275. [www.bimforum.org/lod](http://www.bimforum.org/lod) (Bedrick et al., 2021)
- Costa, A. A. (2018). BIM e a Digitalização da Construção e das Infraestruturas. Plataforma Portugal Indústria I4.0, Grupo de Trabalho BIM: Construção e Infraestruturas. Conferência Construção 4.0 do Projetista ao Construtor e ao Jurista, 20, 1–54. <https://cotecportugal.pt/pt/courses/bim-e-a-digitalizacao-da-construcao-e-das-infraestruturas/> (Costa, 2018)
- Rocha, A., Martins, J. P., Jacques, L., Cabaço, A., Escoval, V., Vasconcelos, A. B., & Costa, A. A. (2022). A Digitalização na Construção. (DECIVIL Revista). *Medidas Prioritárias Para a Digitalização Do Setor Da Construção*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10216/144578> (Rocha et al., 2022)
- Dakhil, A. J. (2017). *Building Information Modelling ( BIM ) maturity - benefits assessment relationship framework for UK construction clients*. June, 16–28. [http://usir.salford.ac.uk/42554/1/E\\_Ammar Thesis final version2.pdf](http://usir.salford.ac.uk/42554/1/E_Ammar%20Thesis%20final%20version2.pdf) (Dakhil, 2017)
- UK BIM Framework. (2020). *Information management according to BS EN ISO 19650 - Guidance Part 2: Processes for Project Delivery*. *UK BIM Alliance*, 3, 42. <https://www.ukbimalliance.org/stories/information-management-according-to-bs-en-iso-19650/> (UK BIM Framework, 2020)

- Portaria n. 255/2023, 7 de agosto. Diário Da República, 1.<sup>a</sup> série (152), 18–107 (2023). Instruções para a elaboração de projeto de obras.  
<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/255-2023-216770690>

## 1.5 Faseamento

As tarefas para o desenvolvimento da dissertação foram enquadradas nas seguintes nove fases:

- Fase 1** – Levantamento do estado da arte, para perceber alguns conteúdos e conceitos do BIM, entender como tem sido a adoção e a implementação do BIM a nível internacional, identificar as dificuldades que esses países têm enfrentado e entender a forma como o governo tem feito o planeamento para a adoção do BIM;
- Fase 2** – Auscultação do meio técnico nacional para perceber as dificuldades e as barreiras sentidas para a adoção do BIM em Portugal. Visto que a dissertação faz parte de uma das linhas de investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e está inserida no projeto “*Digital Construction Revolution – REV@CONSTRUCTION*” também será tida em conta as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto em que se insere a presente dissertação, nomeadamente as reuniões e workshops com entidades relevantes da indústria da construção nacional, nas quais será recolhida informação sobre as suas principais preocupações, desafios e propostas sobre a forma de implementar o BIM em Portugal. Tendo por base as atividades desenvolvidas, vão-se definir linhas de orientação que servirão de base para delinear a proposta que vai ser apresentada na dissertação;
- Fase 3** – Identificação e análise da regulamentação nacional e internacional existente sobre elaboração de projetos, execução de obras e modelos BIM, para que se possa perceber os procedimentos atuais e os procedimentos em BIM;
- Fase 4** – Análise crítica da regulamentação identificada na fase anterior, para se explicar quais as dificuldades encontradas para a elaboração de uma proposta legislativa e quais os impactos do BIM nos procedimentos atuais;

- Fase 5** – Proposta dos conteúdos técnicos a figurar numa proposta legislativa de atualização do quadro legal nacional aplicável à elaboração de projetos e à execução de obras públicas com recurso a modelos BIM, tendo em conta todas as fases anteriores;
- Fase 6** – Validação da proposta apresentada na dissertação. A validação é uma fase importante do método científico, embora, na dissertação esteve condicionada ao tempo de duração do trabalho. Entretanto, os contributos apresentados nesta dissertação foram de certa forma validados pelo meio técnico, através de um workshop realizado com várias entidades do setor AEC nacional, tendo sido apresentados os conteúdos presentes nesta dissertação sob forma de proposta legislativa;
- Fase 7** – Redação de dois artigos em revista e apresentação de uma comunicação em conferência;
- Fase 8** – Redação do documento da dissertação;
- Fase 9** – Discussão e apresentação da dissertação.

## **1.6 Estrutura do Trabalho**

A dissertação está organizada em cinco capítulos estruturados da seguinte forma:

- No capítulo 1, faz-se uma introdução ao trabalho a desenvolver, apresenta-se a justificação e motivação para a escolha do tema, identifica-se o principal objetivo da dissertação e quais as metodologias que foram usadas para atingir esse objetivo;
- No capítulo 2, faz-se uma caracterização dos conceitos e conteúdos BIM e descreve-se a forma como alguns países têm implementado o BIM e como tem sido a adoção do BIM em Portugal;
- No capítulo 3, efetua-se uma análise crítica da regulamentação nacional e internacional sobre elaboração de projetos, execução de obras e modelos BIM, explicando quais as dificuldades encontradas para a elaboração de uma proposta legislativa, quais as semelhanças que as metodologias BIM têm com os procedimentos atuais e quais os impactos do BIM nesses procedimentos;

- No capítulo 4, apresentam-se os contributos técnicos que contemplam os procedimentos a adotar na elaboração e no faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM;
- No capítulo 5, são apresentadas as conclusões finais, avaliando-se o cumprimento dos objetivos propostos inicialmente e propondo-se linhas de orientação para desenvolvimento de trabalhos futuros.



## **2 *Building Information Modelling* (BIM): conceitos, normas e utilização**

### **2.1 Considerações iniciais**

No presente capítulo faz-se uma caracterização dos conceitos e conteúdos ligados ao BIM, apresentam-se as principais normas sobre o BIM e faz-se uma análise da adoção do BIM a nível internacional e a nível nacional.

No subcapítulo 2.2 explica-se quando surgiu o termo BIM e como tem sido a sua evolução desde então, apresentam-se os principais conteúdos e conceitos ligados ao BIM bem como as suas semelhanças e diferenças. No subcapítulo 2.3 identificam-se, de forma sucinta, as principais normas referentes aos modelos BIM na fase de projeto. No subcapítulo 2.4 apresentam-se algumas medidas que têm sido levadas a cabo para a adoção do BIM a nível internacional e explica-se como essas medidas podem ser inspiradoras para os trabalhos que têm que ser desenvolvidos em Portugal. No final deste último subcapítulo apresentam-se os resultados da auscultação do meio técnico nacional e identificam-se as dificuldades e as barreiras sentidas para a adoção do BIM em Portugal.

### **2.2 Breve caracterização dos conceitos e conteúdos ligados ao BIM**

A partir do início dos anos 80, o desenho assistido por computador (CAD) passou a ser uma ferramenta cada vez mais utilizada pelos arquitetos e engenheiros para a elaboração das peças desenhadas dos projetos (Barbosa, 2018). Primeiramente, os desenhos elaborados em CAD eram em duas dimensões (2D), mas progressivamente os desenhos em três dimensões (3D) começaram a ganhar o seu espaço, embora de uma forma ténue (Barbosa, 2018).

Em 1992, usou-se pela primeira vez o termo "*Building Information Modelling*" num artigo de G.A. van Nederveen e F. Tolman na revista "*Automation in Construction*" (Nederveen et al, 1992). Neste artigo, os autores explicavam como diferentes modelos de um edifício podem ser reunidos de modo a formar um modelo de construção comum, que agrega toda a informação relacionada com cada elemento e componente da construção, para todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento (Nederveen et al, 1992).

No desenvolvimento e criação de um modelo de informação BIM, deve-se ter em conta os níveis de informação geométrica e não geométrica associados aos elementos do modelo (Grytting et al., 2017). A este propósito, importa referir um conjunto de conceitos relevantes que são utilizados para definir os níveis de informação associados aos modelos BIM:

### 1. LOD (*Level of Development*)

O *Level Of Development* (LOD) é um conceito teórico para apoiar o desenvolvimento dos modelos BIM. A ideia é que se anexe um atributo de estatuto LOD aos objetos do modelo de informação (Grytting et al., 2017).

O LOD difere entre a geometria e as propriedades. Por exemplo, um modelo pode ser bem desenvolvido através da geometria sem ter muita informação relativa às propriedades do modelo (Grytting et al., 2017).

Segundo o BIM Fórum os LOD têm as seguintes definições (Bedrick et al., 2021):

- LOD 100: Informação aproximada, muitas vezes representação genérica (raramente geometria);
- LOD 200: Geometria aproximada como um sistema ou elemento com tamanho, forma e localização;
- LOD 300: Elemento representado como um sistema ou objeto específico com tamanho, forma, localização e quantidade;
- LOD 400: O elemento é modelado com nível de detalhe suficiente para o seu fabrico e/ou construção;
- LOD 500: Os elementos do modelo representam como o projeto foi executado. Normalmente pode-se usar o LOD 500 para manutenção do edifício.

### 2. LOIN (*Level of Information Need*)

A norma ISO 17412-1:2020 define o *Level of Information Need* (LOIN – nível de informação necessário) como sendo “a granularidade da informação trocada em termos das informações geométricas, das informações alfanuméricas e da documentação”. Ou seja, diferentes finalidades têm as suas próprias necessidades de informação geométrica, informação alfanumérica e documentação.

Para se realizar a especificação do LOIN é útil considerar os seguintes pré-requisitos (EN 17412-1:2020 (E), 2020):

- O propósito da utilização da informação a entregar;
- Marcos de entrega de informação;
- Partes envolvidas que vão solicitar e partes envolvidas que vão entregar a informação.

A principal diferença entre os LOD e os LOIN é que para um determinado modelo de informação ser classificado como LOD 300 (por exemplo) necessita cumprir todos os requisitos dos LOD abaixo e cumprir todos os requisitos do LOD 300 (Baldwin, 2022). No entanto, muitas vezes não é necessário cumprir todos os requisitos LOD para se atingir o objetivo do projeto ou do modelo BIM. Os LOIN dão flexibilidade neste aspeto, ou seja, só se modela aquilo que for necessário para atingir o objetivo do modelo de informação (Baldwin, 2022).

O LOIN não é uma simples substituição do conceito de LOD. O LOIN destina-se a clientes que definem as suas necessidades de informação para a gestão de projetos, ou seja, os LOIN estão diretamente ligados aos usos que se pretendem dar ao modelo BIM (Baldwin, 2022).

Associadas aos usos do modelo BIM, são tradicionalmente definidas dimensões do modelo BIM (*dimensions of BIM*). As dimensões do BIM referem-se ao tipo de informação que é introduzida no modelo BIM (Fhwa, 2020). Atualmente, encontram-se definidas dez dimensões, sendo a 1.<sup>a</sup> e a 2.<sup>a</sup> as dimensões já existentes em desenhos 2D. As restantes dimensões são as seguintes:

- 3.<sup>a</sup> Dimensão (Modelação Tridimensional): O BIM 3D é a forma mais conhecida dos usos do BIM. Consiste em reunir várias informações, com objetivo de se criar modelos 3D. Nesta dimensão, outras informações tais como o material e o tipo de acabamento também podem inseridas (Urbieto et al., 2023);
- 4.<sup>a</sup> Dimensão (Análise do tempo): A 4.<sup>a</sup> dimensão refere-se à adição de tempo na 3.<sup>a</sup> dimensão, ou seja, torna-se possível introduzir ao modelo informações relativas ao cronograma da obra e isso permite a visualização virtual do progresso da obra (Fhwa, 2020);
- 5.<sup>a</sup> Dimensão (Análise dos custos): A modelação 5D é o modelo 4D para além da análise do tempo: “se o 4D BIM procura planear para o futuro, o 5D BIM

procura analisar o que foi planeado *versus* o que de facto aconteceu” (Fhwa, 2020, p. 4);

- 6.<sup>a</sup> Dimensão (Sustentabilidade): O BIM 6D torna possível fazer a realização da análise do consumo de energia e isto está diretamente ligado com a sustentabilidade (Fhwa, 2020) (Urbietta et al., 2023);
- 7.<sup>a</sup> Dimensão (Gestão de ativos): O BIM 7D faz a análise do ciclo de vida do projeto e a gestão das instalações, de maneira a controlar os planos de manutenção e os custos de operação. Isto permite analisar os dados de desempenho (Fhwa, 2020) (Urbietta et al., 2023);
- 8.<sup>a</sup> Dimensão (Segurança): Nesta dimensão, é possível modelar todas as partes do estaleiro de obras e ter uma visualização realista. Ao ter uma visualização do estaleiro de obras, já na fase de projeto, torna-se possível prevenir possíveis situações de risco para os trabalhadores (Kiczak, 2020);
- 9.<sup>a</sup> Dimensão (*Lean Construction*): Esta dimensão torna possível a otimização de várias etapas para a realização de uma obra. Foi concebida para evitar e eliminar os desperdícios e diminuir os resíduos produzidos na obra (Laurinavičiūtė & Tupėnaitė, 2018);
- 10.<sup>a</sup> Dimensão (Industrialização): Esta dimensão é a solução para vários problemas ligados à produtividade do sector da construção. Pode ser utilizada em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento (Laurinavičiūtė & Tupėnaitė, 2018) (Barbosa D et al., 2021).

Ao longo dos anos, desenvolveram-se vários programas que mudaram e revolucionaram o conceito BIM, tais como o Revit no ano 2000 que atualmente é um dos programas mais conhecidos para a aplicação das metodologias BIM (Barbosa, 2018). No entanto, o BIM alcançou uma grande popularidade na última década pelo facto de diversos países começarem a reconhecer os benefícios dos usos BIM e por isso o método foi parcialmente implementado na legislação europeia (Barbosa, 2018).

Neste momento, ainda é muito difícil saber o que é e o que não é o BIM (Bouška, 2016). Mais difícil ainda é prever no que se pode tornar, pois as metodologias BIM evoluem quase todos os dias. O especialista em BIM, Bial Succar, identificou e definiu os seguintes níveis de maturidade BIM que podem auxiliar na sua implementação (Succar et al., 2014):

a) Nível 0: PRE BIM

Esta fase é o ponto de partida, o estatuto antes da implementação do BIM. Inclui desenhos CAD em 2D (figura 2.1), mas a troca de informação entre as equipas continua sendo em papel (Arayici et al., 2017).

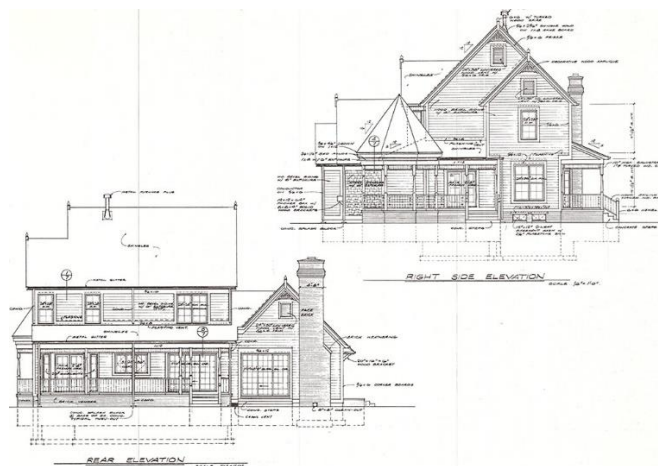


Figura 2.1 – Nível de maturidade 0 (unitedBim, 2022)

b) Nível 1: Modelação baseada em objetos

A diferença entre o nível 0 e 1 são pequenas alterações de processo e relações contratuais. Neste nível, já é possível fazer a utilização de modelos 3D para representação do edifício, mas os vários projetistas não cooperam entre si, ou seja, cada um trabalha isoladamente no seu próprio modelo (Bouška, 2016) (Arayici et al., 2017).

c) Nível 2: BIM Colaborativo

Neste nível, diferentes especialidades podem cooperar por meio de processos de colaboração baseados em modelos (Barbosa, 2018). Na figura 2.2 é possível observar um modelo BIM colaborativo, ou seja, contendo soluções de diferentes especialidades no mesmo modelo de informação.



Figura 2.2 – Modelo Colaborativo (Trivedi, 2019)

d) Nível 3: BIM integrado

Neste nível são necessárias mais tecnologias e muitas mudanças nas relações contratuais. Este nível requer um ambiente com o objetivo de fazer a integração de todos os dados do projeto e de todas as fases do processo, utilizando normas internacionais de modo a assegurar que os dados sejam compatíveis com o formato IFC (Barbosa, 2018).

O modelo de dados IFC é um modelo que tem como base a classificação de objetos (elementos, processos, formas, espaços, etc.) que geralmente são usados durante um projeto de construção ou de operação e manutenção (Sabol, 2018). O modelo pode conter dados para geometria e cálculo (Sabol, 2018). Permite, ainda, a interoperabilidade dos *softwares* BIM.

A interoperabilidade pode ser definida como a capacidade de um *software* comunicar com outro, pois todos os intervenientes num projeto (arquitetos, engenheiros, designers, empreiteiros), a trabalhar numa determinada fase do projeto, utilizam aplicações informáticas diferentes. Por exemplo, um engenheiro de estruturas pode utilizar uma aplicação para o dimensionamento e outra para a extração de quantidades e uma outra para a extração das peças desenhadas. Porém, no final deverá modelar toda a informação do projeto de estruturas no modelo de informação compartilhado com todos os outros envolvidos, de modo a facilitar a colaboração e partilha de informação (Di Biccari et al., 2022) (Emunds et al., 2022).

A informação em BIM necessita de ser partilhada para ser útil, por isso é importante garantir a interoperabilidade entre os *softwares* que serão usados para a modelação da informação da construção (Emunds et al., 2022). Também é importante que a informação de todo o projeto fique centrada num único local, sendo para tal necessário criar um ambiente comum de dados (*Common Data Environment* (CDE)) (UK BIM Framework, 2020).

Um CDE (*Common Data Environment*) pode ser um *software*, ou outra forma de ferramenta. Se a troca de informação for realizada com recurso a uma solução não digital (por exemplo, um serviço postal) ou se for armazenada num gabinete organizado de cópias impressas, então este processo e os meios de registo são também considerados como um CDE (UK BIM Framework, 2020).

Existe um potencial equívoco de que o CDE se refere mais a tecnologia e menos a fluxos de trabalho. Na verdade, é fundamental que os fluxos de trabalho sejam desenvolvidos, em primeiro lugar, sendo as soluções de CDE selecionadas para facilitar esse fluxo de trabalho (UK BIM Framework, 2020).

Cada tipo de CDE pode ter múltiplos e diferentes fluxos de trabalho, garantindo que a informação é cuidadosamente planeada, partilhada, armazenada, gerida e recuperada sempre que seja necessário (ISO 19650-2:2018).

A escolha e definição de um CDE é fundamental para o sucesso de um modelo BIM. Igualmente importante é a definição dos níveis de detalhe de cada elemento do modelo de Informação (LOD e/ou LOIN) e a garantia da interoperabilidade dos *softwares* que serão usados pelos vários intervenientes. Para que, estes requisitos sejam assegurados, deve ser elaborado um BEP (*BIM Execution Plan*), que pode ser traduzido como Plano de Execução BIM (GSA.gov, 2022). O desenvolvimento de tal plano tem o objetivo de definir os processos e a gestão da informação num projeto BIM (GSA.gov, 2022), estando definido na norma PAS 1192-2:2013 como sendo o "plano preparado pelos fornecedores para explicar como serão realizados os aspetos de modelação da informação de um projeto".

O BEP é desenvolvido tanto antes como depois do contrato e é preparado como uma resposta direta aos requisitos de informação da entidade contratante (*Employer's Information Requirements* (EIR)) (GSA.gov, 2022). Algumas das principais informações que o BEP deve conter são (GSA.gov, 2022) (ISO 19650-2, 2018):

- Os *softwares* que serão usados para a criação e elaboração do modelo de informação;

- Uma lista dos equipamentos que o projetista pretende usar;
- Descrição da composição da equipa;
- Nomenclatura de ficheiros.

Dada a relevância que o BEP assume no universo BIM, este documento e os seus conteúdos obrigatórios terão necessariamente de ser plasmados em conteúdos legislativos que pretendam definir a implementação dos modelos BIM em Portugal.

A nível internacional, foram publicadas normas que estabelecem os requisitos a satisfazer na elaboração de um BEP, assim como os requisitos e os processos associados a partilha de informação em BIM. No subcapítulo seguinte, são identificadas e caracterizadas de forma sintética as principais normas referentes aos modelos BIM na fase de elaboração de projeto.

## 2.3 Normas relevantes para o uso de modelos BIM

A nível internacional foram publicadas as seguintes normas relevantes para a definição dos processos BIM e para a gestão e partilha de informação:

### a) ISO 12006-2

A ISO 12006-2:2015 é resultado do trabalho desenvolvido pelo comité ISO/TC 59 SC 13. Este grupo tem trabalhado na organização e classificação da informação para construção civil desde os anos 90 (Kiczak, 2020) (ISO 12006-2:2022).

O primeiro resultado do trabalho desenvolvido por este comité foi a norma ISO/TR 14177:1994. A evolução deste documento levou a cabo a publicação das seguintes normas:

- ISO 12006-2 - *Framework for classification of information;*
- ISO 12006-3 - *Framework for object-oriented information exchange.*

Ambos documentos foram publicados em 2001, visto que, naquela altura, havia poucos sistemas de classificação da informação sobre construção (*Construction Information Classification Systems – CICS*), sendo que o sistema que pode ser considerado o mais amplo CICS desenvolvido até aquele momento era o Uniclass, publicado em 1997 (H. M. Nunes, 2016). Entretanto, com o surgimento e adoção de novas tecnologias por parte da indústria da construção, a ISO 12006-2:2001 necessitava de uma adaptação e atualização às novas tendências, como o BIM. Neste sentido, fez-se diversas atualizações na norma e, deste então, a

norma passou a centrar-se nas necessidades de troca de informações ao longo de todo o processo de construção (Kiczak, 2020).

Esta parte 2 da norma está dividida em 5 capítulos estruturados da seguinte forma (ISO 12006-2:2022):

1. Objetivo e campo de aplicação: este capítulo indica que a norma tem o objetivo de definir uma estrutura para os sistemas de classificação do setor da construção; a norma também serve para auxiliar todo o tipo de troca de informação ao longo da linha de tempo de um projeto, porém, não fornece um sistema de classificação operacional completo;
2. Referências normativas: este capítulo explica como as referências são apresentadas ao longo do documento;
3. Termos e definições: neste capítulo apresentam-se os termos e definições que visam facilitar o entendimento da norma;
4. Princípios básicos: este capítulo encontra-se subdividido em seis partes, onde se descreve que existem quatro tipos principais de processos de construção, sendo eles, o processo de preconceção, o processo de desenvolvimento, o processo de produção e o processo de manutenção; a norma também apresenta uma ordem por nível de informação, denominada estrutura compositiva. De acordo com a norma “as diferentes classes estão relacionadas entre si num modelo de processo básico que afirma que um processo de construção usa recursos da construção para alcançar resultados na construção” [*tradução do autor*]; na figura 2.3 pode observar-se as classes e relação entre elas de acordo com a norma.

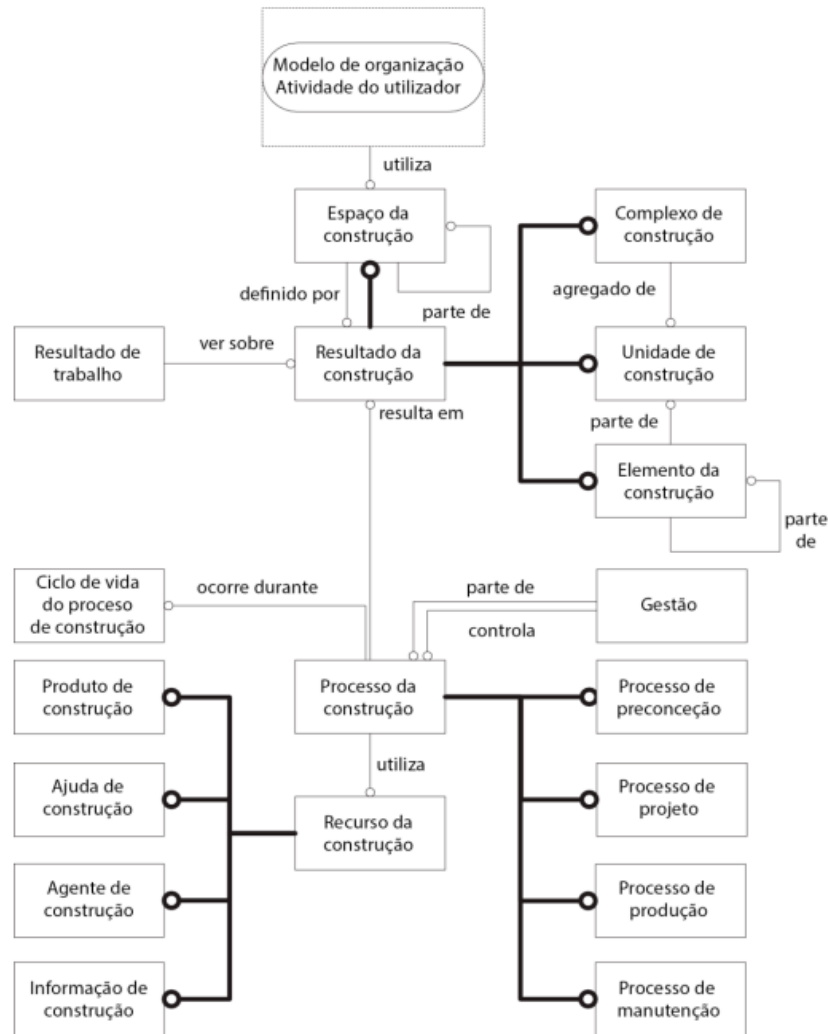


Figura 2.3 – As classes e a relação entre elas (Adaptado da ISO 12006-2:2022)

5. Tabelas de classificação: neste capítulo são apresentadas algumas tabelas que permitem perceber como as classes podem ser divididas em subclasses segundo a sua especialização.

A norma também apresenta os anexos A e B, estruturados da seguinte forma:

- Anexo A: apresenta as recomendações para títulos de tabelas, dando alguns exemplos de tabelas de classificação;
- Anexo B: apresenta os conceitos de classificação, referindo que a classificação permite fazer a distinção de objetos dentro de um conjunto.

b) ISO 17412-1:2020

A ISO 17412-1 “*Building Information Modelling - Level of Information*” descreve os conceitos e princípios para o estabelecimento de metodologias de especificação do nível de informação necessária (LOIN).

A norma descreve o LOIN como sendo a “granularidade da informação trocada em termos das informações geométricas, das informações alfanuméricas e da documentação” (ISO 17412-1:2020) [tradução do autor], isto é, projetos diferentes têm diferentes finalidades, logo, terão necessidades e tipos de informações (geométricas, alfanuméricas e documentação) próprias.

De acordo com esta norma, ao fazer-se a definição do LOIN, é importante que se considere os seguintes pré-requisitos:

- Objetivos da utilização da informação a ser entregue;
- Momento para a entrega da informação;
- Entidades que vão solicitar e entidades que vão entregar a informação.

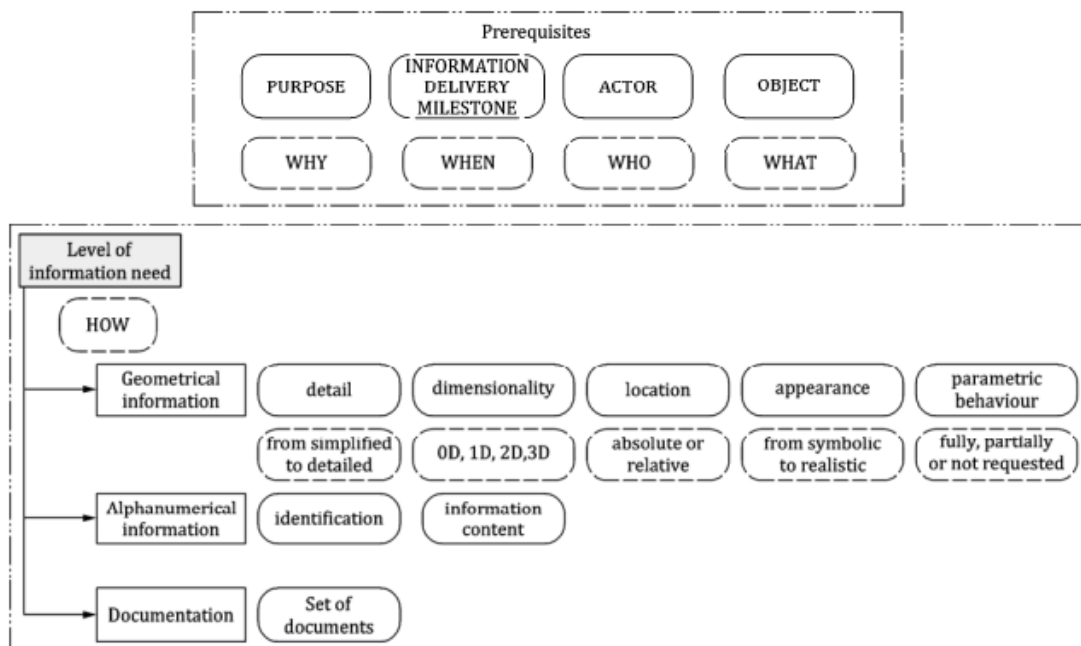


Figura 2.4 – Diagrama de relação do nível de informação necessária – LOIN (ISO 17412-1:2020)

Na figura 2.4 apresenta-se a relação entre os LOIN e os pré-requisitos de informação. Nela é possível observar que tudo depende do uso que se vai dar ao modelo BIM e é exatamente nisso que a norma ISO 17412-1:2020 se foca, em fornecer orientações e princípios para a

definição dos níveis de informação nas diferentes fases de projeto que estejam em consonância com o uso que se vai dar ao modelo BIM.

Na figura é possível também observar que os pré-requisitos consistem na definição dos propósitos (porquê que se precisa do modelo de informação?), das datas de entrega da informação (quando?), dos responsáveis por elaborar a informação solicitada (quem?) e qual a informação a elaborar (o quê?).

Por outro lado, os LOIN devem estar estruturados da seguinte forma:

- Informação geométrica: que consiste na definição das seguintes informações:
  - Níveis de detalhe: que podem ser desde o mais simplificado ao mais detalhado possível;
  - Dimensionalidade dos objetos do modelo de informação: que podem variar desde objetos em 0D a objetos em 3D;
  - Localização dos objetos: que podem ter uma localização relativa ou absoluta;
  - Aparência do objeto: que pode variar desde a aparência simbólica a aparência mais realista;
  - Comportamento paramétrico dos objetos, que pode ser geometria explícita, geometria construtiva e geometria paramétrica.
- Informações alfanuméricas;
- Documentação.

A ISO 17412-1:2020 encontra-se dividida em 7 capítulos, sendo estes:

1. Âmbito: neste capítulo realça-se, de forma genérica, que um dos principais objetivos da ISO 17412-1:2020 é garantir uma entrega/troca adequada de informação, permitindo que todas as partes envolvidas tenham acesso a toda a informação de forma detalhada e clara durante todo o ciclo de vida do empreendimento;
2. Referências normativas: neste capítulo explica-se, de modo geral, como as referências são apresentadas ao longo do documento;
3. Termos e definições: neste capítulo apresentam-se os termos e definições que de certa forma são importantes para o melhor entendimento do conteúdo do documento. Importa referir que nesta norma foram aplicados os termos e definições estabelecidos na EN ISO 29481-1:2017 e na ISO 6707-1:2017;

4. Geral: neste capítulo explica-se, de um modo geral, o que são os LOIN, indicando que também devem ser utilizados para debater e acordar a entrega de informação entre duas ou mais partes envolvidas no projeto;
5. Quadro de especificação do nível de informação necessária: neste capítulo descreve-se e explica-se a importância de considerar as finalidades do modelo de informação para uma boa definição dos LOIN;
6. Definição do nível de informação necessária e respetiva subdivisão: neste capítulo define-se LOIN e explica-se a sua relação com os pré-requisitos; também se destaca a importância de se estabelecer uma sequência clara das informações fornecidas em diferentes subdivisões;
7. Verificação e validação de acordo com a norma: a validação e verificação podem ser realizadas após a entrega de informação, o que permite saber se o LOIN foi corretamente efetuado tendo em conta os pré-requisitos.

Esta parte 1 da norma apresenta ainda dois anexos:

- Anexo A: permite ter uma visão geral dos principais conceitos relacionados com a troca de informação;
- Anexo B: apresenta exemplos das formas de especificar os LOIN.

c) ISO 29481-1:2016

A norma ISO 29481-1:2016 resulta de um trabalho desenvolvido pelo comité ISO/TC 59. A parte 1 da norma foi concebida para desenvolver um manual de entrega de informações (IDM) que ofereça uma tecnologia digital e que reúna mecanismos para caracterizar e tornar visíveis as informações necessárias para o planeamento, projeto, construção e operação das instalações construídas, bem como todas as informações que serão utilizadas ao longo do ciclo de vida do ambiente construído (ISO 29481-1:2016).

De um modo geral, esta parte da norma fornece uma base que possibilita a partilha/troca de informações entre os utilizadores, de maneira a garantir a receção das informações precisas e suficientes para as atividades a realizar.

A ISO 29481-1:2016 está dividida em 5 capítulos, estruturados da seguinte forma:

1. Alcance: neste capítulo indica-se que a norma visa facilitar a interoperabilidade entre os aplicativos de *softwares* em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento;
2. Referências normativas: neste capítulo explica-se, de um modo geral, como as referências são apresentadas na norma;
3. Termos e definições: neste capítulo apresentam-se alguns termos que são importantes para a percepção dos manuais de entrega de informações (IDM) e percepção de todo o documento;
4. Manual de entrega de informações: de um modo geral, este capítulo pormenoriza uma série de conceitos e princípios que moldam o desenvolvimento de um IDM. Está subdividido em 9 partes que em suma indicam que os principais utilizadores do IDM são os seguintes: programadores profissionais (que desenvolvem mapas de interação de requisitos de troca e restrição de informação), gestores de projetos (têm a responsabilidade de organizar o processo de negócios e garantir que a troca de informações seja gerida de forma adequada) e gestores BIM (é a entidade que toma providências necessárias para o cumprimento do IDM). Esta parte da norma também visa facilitar a troca ou partilha de informações entre todas as partes envolvidas no processo colaborativo e contratual;
5. Estrutura do IDM: este capítulo refere que o IDM é constituído por duas componentes, sendo elas as seguintes:
  - Mapa de interação/mapa de transação que tem a finalidade de identificar as funções e transações de grande relevância;
  - Mapa de processo que tem o objetivo de descrever a sequência de atividades dentro dos limites de um determinado processo de negócio e a Notação de Modelagem de Processos (BPMN) que descreve as informações que devem ser partilhadas entre os atores, para dar um apoio a um processo de negócio específico em uma fase específica do projeto.

Segundo a norma, cada componente do IDM deve conter uma linguagem simples que permita em primeira instância perceber qual é o conteúdo do mesmo.

Esta parte 1 da norma apresenta 4 anexos estruturados da seguinte forma:

- Anexo A: apresenta sequencialmente e de forma simplificada todo o processo de desenvolvimento do IDM;
- Anexo B: dá exemplos de como devem ser apresentadas as referências e o cabeçalho de cada componente do IDM, bem como os requisitos necessários na apresentação de cada uma delas;
- Anexo C: apresenta as fases do ciclo de vida de referência, que são as fases do ciclo de vida padrão e as fases do ciclo de vida local;
- Anexo D: descreve os métodos BPMN (Notação de Modelagem de Processos).

d) ISO 19650-1:2018

A ISO 19650-1:2018 é a primeira parte da norma ISO 19650 – *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling* —, esta parte tem como título *concepts and principles* e destina-se principalmente a ser utilizada por:

- Entidades envolvidas na aquisição, conceção, construção e/ou colocação em funcionamento de empreendimentos construídos; e
- Entidades envolvidas na execução de atividades de gestão de ativos, incluindo operações e manutenção.

De acordo com a norma, a gestão da informação é representada como uma sequência de fases de maturidade. Na figura 2.5 apresenta-se as fases de maturidade da gestão analógica e digital de acordo com a ISO 19650:1.

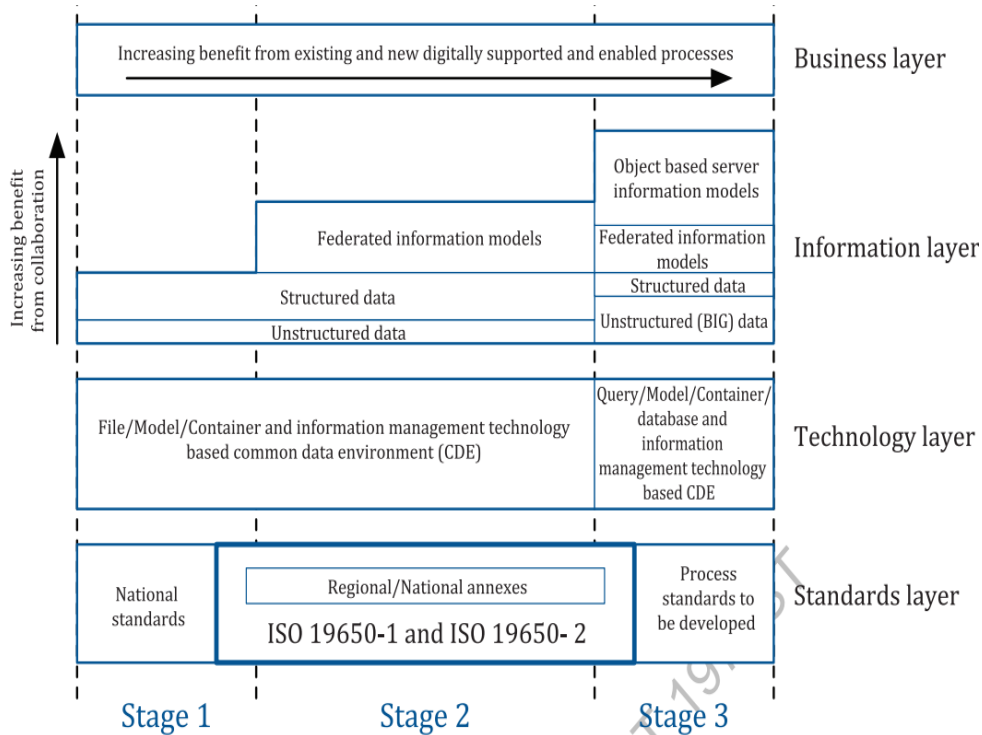


Figura 2.5 – Fases de maturidade da gestão analógica e digital (ISO 19650-1:2018)

Na figura 2.5 observa-se que no estágio de maturidade 1 estabelece-se a criação de normas nacionais por país, sendo que algumas informações já são partilhadas em um ambiente comum de dados, mas na maioria das vezes ainda não é um CDE baseado em plataformas digitais. No estágio de maturidade 2, para além de se poder partilhar as informações em um CDE, também já se faz a utilização de um modelo de informação 3D federado, ou seja, um modelo de informação que contém informações de todas as especialidades. Na fase 3 de maturidade, a partilha de informação já é feita num CDE apoiado em plataformas digitais. O modelo de informação é muito mais completo e consequentemente se atinge os maiores benefícios das metodologias BIM. Neste sentido, com base na figura 2.5, pode-se concluir que o desenvolvimento de normas, os avanços tecnológicos e formas cada vez mais sofisticadas de gestão da informação se interligam para proporcionar cada vez mais benefícios.

Esta parte da norma está dividida em 13 capítulos, estruturados da seguinte forma:

1. Âmbito: neste capítulo explica-se o âmbito de aplicação da norma e quais os principais objetivos do documento;
2. Referências normativas: neste capítulo refere-se que não há nenhuma referência normativa presente na ISO 19650-1;

3. Termos e definições: neste capítulo apresentam-se termos importantes para o entendimento da norma e surgem novas designações para vários intervenientes envolvidos no ciclo de vida do empreendimento;
4. Informação sobre o empreendimento e projetos, perspetivas e trabalho em colaboração: nesta parte, define-se os modelos de informação do ativo (AIM) e os modelos de informação do projeto (PIM) como sendo locais de armazenamento de informações importantes para a tomada de decisões durante todo o ciclo de vida de um empreendimento. De acordo com a norma, o AIM e o PIM podem armazenar informações estruturadas e não estruturadas, que podem ser:
  - modelos geométricos / modelos 3D (informações estruturadas);
  - documentos, imagens e vídeos (informações não estruturadas).
5. Definição dos requisitos de informação e dos modelos de informação: neste capítulo refere-se a importância de o dono da obra compreender as informações necessárias para o seu projeto, uma vez que tudo depende de o dono da obra explicar de forma clara o que quer ou o que pretende com o modelo de informação;
6. Ciclo de entrega de informação: nesta parte apresenta-se a forma como a informação é entregue; na figura 2.6 apresenta-se um gráfico de fluxo de entrega de informação, onde pode observar-se que com base nos requisitos de informação estabelecidos pelo dono da obra, os projetistas conseguem elaborar o modelo de informação e, conseqüentemente, elaborar um plano de entrega de informação que se adapte aos marcos de entrega estabelecidos pelo dono da obra;
7. Funções de gestão da informação sobre projetos e ativos: neste capítulo explica-se e identificam-se os tipos de funções de gestão da informação que devem ser consideradas em BIM;
8. Capacidade da equipa de entrega: neste capítulo explica-se a importância de o dono da obra analisar a capacidade da equipa de entrega em atender aos seus requisitos de informação;

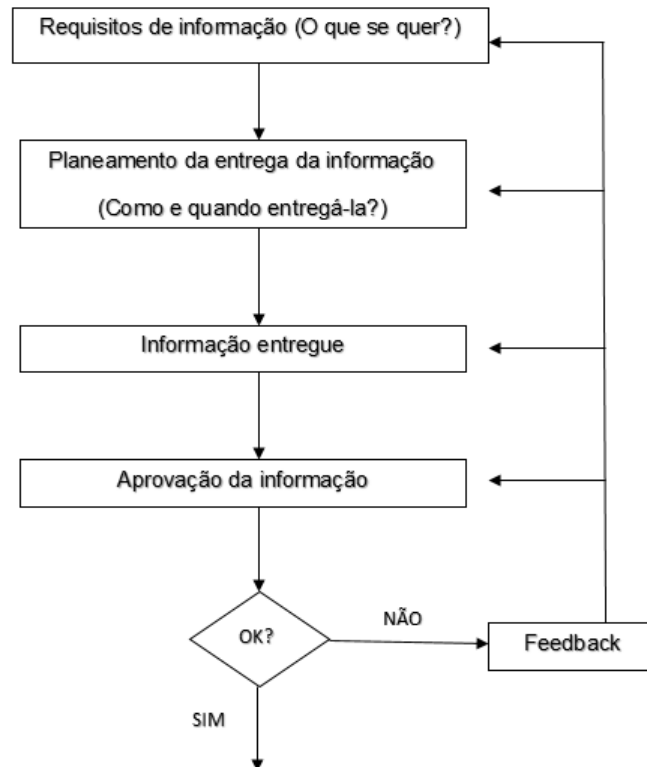


Figura 2.6 – Gráfico de fluxo de entrega de informação (adaptado da ISO 19650 – parte 1)

9. Trabalho colaborativo baseado no armazenamento de informações: neste capítulo explica-se que a forma de produção do modelo de informação deve ser definida de maneira a permitir o trabalho colaborativo, que é um dos principais objetivos de modelo de informação;
10. Planeamento da entrega de informação: neste capítulo explica-se que o planeamento da entrega de informação é responsabilidade do projetista, sendo que os planos devem ser formulados em resposta aos requisitos de informação estabelecidos pelo dono da obra;
11. Gestão da produção colaborativa da informação: neste capítulo explica-se as várias formas de gestão da produção colaborativa e, pela primeira vez, a norma apresenta o termo LOIN, indicando que o LOIN de cada produto deve ser determinado de acordo com o seu propósito (figura 2.4).
12. Solução e fluxo de trabalho do ambiente comum de dados (CDE): neste capítulo a norma aborda e define o CDE e explica o fluxo de trabalho do CDE. Na figura 2.7, apresenta-se o conceito do CDE de acordo com a ISO 19650-1.

Pela figura consegue-se observar que o fluxo de trabalho de um CDE divide-se nas quatro seguintes etapas:

- Trabalho em andamento: nesta etapa, faz-se o desenvolvimento das informações, mas importa referir que as informações desenvolvidas nesta etapa só são acessíveis pela equipa de tarefa responsável pelo desenvolvimento de tal informação;
- Partilha: depois da etapa anterior ser concluída e aprovada pelo coordenador da equipa de trabalho, a informação é partilhada para todos os outros intervenientes do projeto;
- Publicação: depois da informação ser partilhada, nesta etapa as informações são utilizadas em projetos mais pormenorizados, para construção ou para gestão de ativos;
- A última fase do fluxo de trabalho de um CDE é a fase de arquivo das informações produzidas, para que dessa forma a informação possa estar disponível sempre que for necessária.

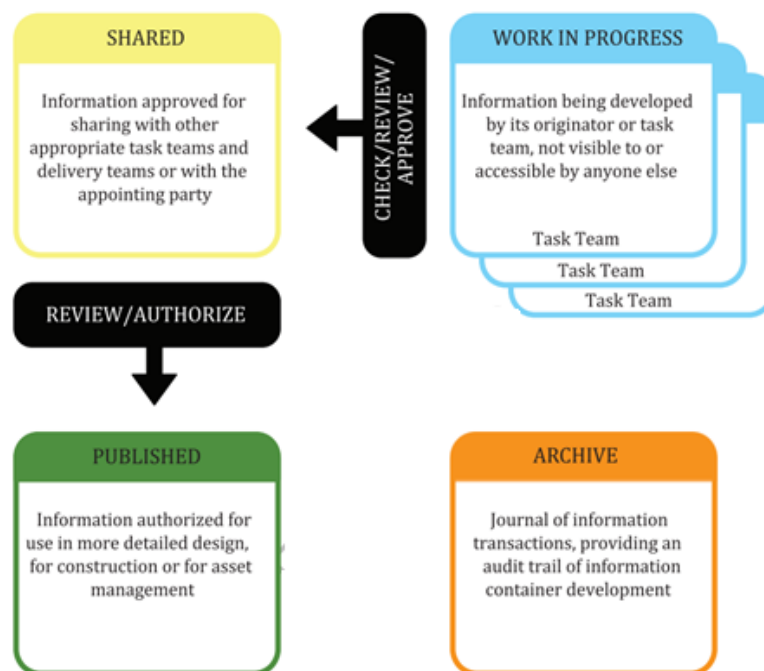


Figura 2.7 – Conceito de ambiente de dados comum (CDE) (ISO 19650-1:2018)

13. No último capítulo da norma faz-se um resumo sobre o BIM, explicando como a gestão de informação está intimamente ligada com a produção e entrega de informação.

Importa referir que a norma apresenta um anexo (anexo A) que contém algumas ilustrações em relação a estratégias de federação do modelo BIM, sendo que a federação do modelo é usada para permitir que diferentes equipas de trabalho trabalhem em diferentes partes do modelo ao mesmo tempo, sem gerar problemas de coordenação.

e) ISO 19650-2:2018

A ISO 19650-2:2018, que tem como título “*Delivery phase of the assets*”, é a segunda parte da norma ISO 19650 – *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling* — que tem como objetivo auxiliar o dono da obra a estabelecer os requisitos de informação durante o período de desenvolvimento do seu empreendimento e a fornecer um ambiente comercial e colaborativo adequado para que os prestadores de serviço possam produzir informações de maneira eficaz e de forma eficiente.

Pela figura 2.8, retirada da norma, torna-se possível observar que o processo de fase de entrega de informação termina com a transferência das informações do Modelo de informação do Projeto (PIM) para o Modelo de Informação do Empreendimento (AIM), sendo que o PIM é o modelo de informação desenvolvido durante a fase de conceção e construção de um projeto. Este modelo é criado de maneira progressiva, primeiro como um modelo de intenção de projeto e depois como um modelo de construção, que contém todos os objetos e informações para a construção do empreendimento. O AIM é um modelo de informação que compila os dados e informações necessárias para apoiar a gestão do empreendimento, ou seja, é o modelo de informação na fase operacional do empreendimento. Um AIM pode ser criado a partir de sistemas de informação de empreendimentos existentes, de novas informações ou de informações contidas num PIM que tenha sido criado para a construção de um novo empreendimento.

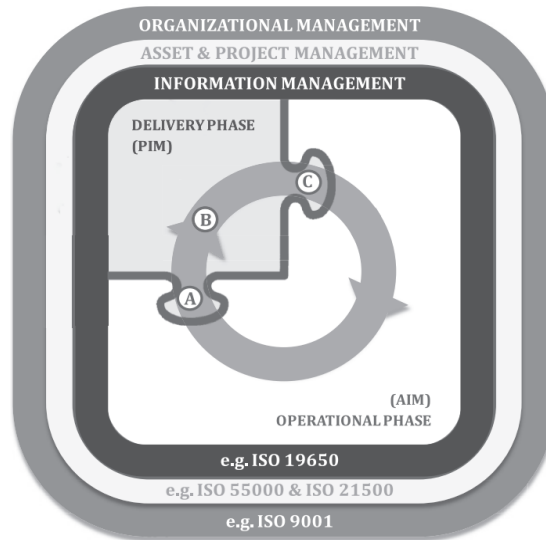


Figura 2.8 – Âmbito da ISO 19650-2:2018 (ISO 19650-2:2018)

Descrição figura 2.8:

- AIM – Modelo de informação do empreendimento;
- PIM – Modelo de informação do projeto;
- A – Início do período de desenvolvimento (transferência da informação relevante do AIM para o PIM);
- B – Desenvolvimento progressivo do modelo de projeto/conceção até ao modelo virtual da construção;
- C – Fim do período de desenvolvimento (transferência da informação relevante do PIM para o AIM).

Esta norma está dividida em 5 capítulos estruturados da seguinte forma:

1. Âmbito: neste capítulo explica-se os objetivos da norma e para quem se destina a norma;
2. Referências normativas: neste capítulo explica-se a forma como as referências normativas são colocadas na norma;
3. Termos e definições: neste capítulo refere-se que foram aplicados os termos e definições constantes na norma ISO 19650-1;
4. Gestão da informação durante a fase de entrega do empreendimento: neste capítulo explica-se que o processo de gestão de informação deve ser aplicado em todo o momento do ciclo de vida do empreendimento;
5. Processo de gestão da informação durante a fase de entrega dos empreendimentos: este capítulo da norma foca-se em todos os processos que

devem ser tidos em conta pelo dono da obra para garantir uma gestão de informação eficaz.

Na figura 2.9 apresenta-se uma representação do processo de gestão de informação de acordo com a ISO 19650-2:2018. É possível observar que o processo de gestão de informação começa pela indicação ou nomeação de indivíduos para gerirem toda a informação, de forma que esses indivíduos estabeleçam os métodos e procedimentos de produção de informação que os projetistas devem seguir, visto que, “teoricamente”, são indivíduos com bastante conhecimento sobre as metodologias BIM.

Para além da nomeação ou indicação de gestores de informação, pela figura 2.9 também é possível observar que no processo de gestão de informação é muito importante que se faça a definição correta dos requisitos de informação de projeto por parte do dono da obra.

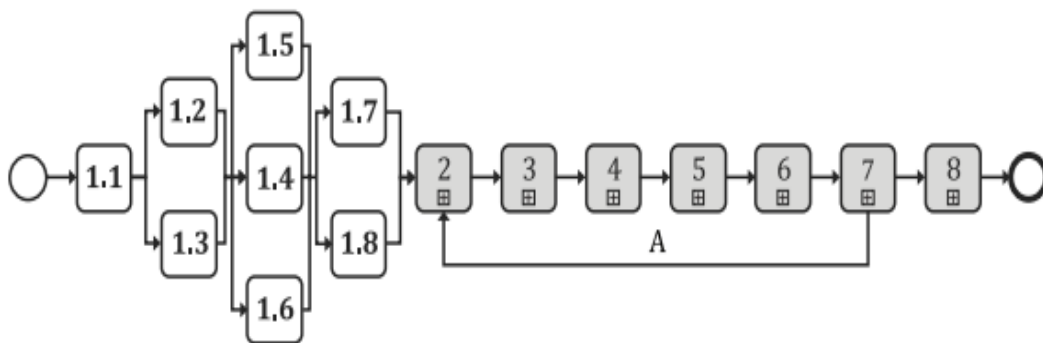


Figura 2.9 – Processo de gestão de informação (ISO 19650-2:2018)

Descrição figura 2.9:

- 1.1 nomeação de pessoas para gerir a informação;
- 1.2 estabelecer os requisitos de informação do projeto;
- 1.3 estabelecer os marcos de entrega da informação do projeto;
- 1.4 estabelecer as especificações de informação do projeto;
- 1.5 estabelecer os métodos e procedimentos de produção de informação do projeto;
- 1.6 estabelecer a informação de referência do projeto e os recursos partilhados;
- 1.7 estabelecer o ambiente comum de dados do projeto;
- 1.8 estabelecer o protocolo de informação do projeto;
- A- Modelo de informação desenvolvido pelas subseqüente(s) equipa(s) de desenvolvimento de cada contrato.

Importa referir que em muitos países em que o BIM ainda não está institucionalizado, as organizações públicas e privadas têm desenvolvido normas BIM nacionais que definem os procedimentos a adotar para uma correta elaboração de modelos BIM, para que dessa forma consigam adiantar cada vez mais a adoção do BIM em seus países. No quadro 2.1 apresentam-se algumas iniciativas de normalização nacionais por países (Kiczak, 2020).

<i>Austrália</i>	NATSPEC National BIM Guide
<i>USA</i>	NBIMS-US
<i>Canadá</i>	CANBIM Protocol
<i>Singapura</i>	Singapore BIM Guide - Version 2.0
<i>Hong Kong</i>	HKIBIM - BIM Project Specification
<i>Finlândia</i>	Common BIM Requirement (COBIM)
<i>Nova Zelândia</i>	New Zealand BIM Handbook

Quadro 2.1 – Iniciativas de normalização nacionais por países (adaptado de (Kiczak, 2020))

Tendo em conta as várias necessidades do setor em avançar para a digitalização da construção, alguns dos conteúdos das normas apresentadas nas alíneas acima já estão englobadas na série de normas ISO 19650, sendo que as duas primeiras partes da ISO 19650 já se encontram aprovadas como normas EN ISO e em fase de tradução para normas portuguesas.

Neste sentido, a norma ISO 19650 é a mais consagrada e a mais utilizada para a implementação do BIM. Portugal não será certamente a exceção, pelo que esta norma tem necessariamente de constituir um referencial para adaptação do BIM. Torna-se, assim, fundamental a sua análise e adaptação ao contexto técnico e legal nacional, o que constitui uma das tarefas da dissertação que se pretende desenvolver.

## **2.4 A adoção internacional da metodologia BIM**

A adoção das metodologias BIM no panorama internacional tem sido crescente, sendo de destacar o papel que um conjunto de países têm assumido na definição de estratégias de faseamento da obrigatoriedade de implementação do BIM e de publicação de conteúdos

legislativos específicos. Alguns países que se têm destacado nesta área e os seus principais contributos são descritos sucintamente de seguida:

a) Reino unido

O Reino Unido é considerado um dos países mais avançado em termos de utilização do BIM. Em 2007, foi publicada a norma britânica BS 1192:2007, que constituiu posteriormente a base da série de normas ISO 19650, publicadas em 2018, e que são atualmente a referência em termos de requisitos de informação a praticar nos modelos BIM (Costa, 2018).

Em 2011, o governo britânico declarou que todos os projetos financiados pelo Estado deveriam atingir o nível de maturidade 2, que é o nível em que cada disciplina constrói o seu próprio modelo, em vez de um único modelo partilhado, tendo-se tornado este objetivo de cumprimento obrigatório a partir de 2016 nas construções de empreendimentos públicos (Costa, 2018). Para empreendimentos privados, a utilização de BIM é aconselhada, mas não obrigatória. Deste modo, para todos os empreendimentos de construção governamentais, incluindo infraestruturas e edifícios públicos, o BIM é utilizado para incluir a informação sobre projetos e bens, documentação e outros dados em formato eletrónico, que permitem um certo grau de colaboração ao longo das fases de conceção e construção (Costa, 2018) (Sampaio, 2021).

b) Singapura

Em 2007/2008, Singapura criou um sistema de submissão eletrónica (*e-submission*) de projetos, através do qual é possibilitado aos projetistas submeter um modelo do edifício, que contém toda a informação necessária para satisfazer os requisitos de uma agência reguladora. Em 2010, o BCA (*Building and Construction Authority*) implementou o *BIM Roadmap*, com o objetivo de que, até 2015, 80% da indústria da construção utilizasse o BIM (Takashi Kaneta et al., 2016). Em 2013, o governo de Singapura começou a exigir a submissão eletrónica de projetos de construção que tenham mais de 20.000 metros quadrados (Takashi Kaneta et al., 2016) (Smith, 2014).

c) Austrália

Desde 2018, o BIM tem sido obrigatório para o controlo orçamental na construção de edifícios públicos. Porém, não foi aprovada a legislação que impunha a utilização do BIM, cabendo, em vez disso, a decisão de utilização do BIM ao cliente (Smith, 2014). Foi, no entanto,

publicada uma norma técnica de referência para o BIM – a “*ÖNORM Technische Zeichnungen für das Bauwesen - Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling*”.

d) Espanha

A União Europeia (UE) estabeleceu recomendações com base nas quais o Ministério das Obras Públicas de Espanha estabeleceu um calendário para a implementação do BIM (Sampaio, 2021).

Assim, a partir de dezembro de 2018, o BIM se tornou obrigatório para concursos públicos de construção e, a partir de julho de 2019, se tornou também obrigatório para concursos públicos de infraestruturas (Sampaio, 2021).

A Associação Espanhola de Empresas de Engenharia, Consultoria e Serviços Tecnológicos considera que o BIM é uma oportunidade e um forte desafio que trará uma mudança radical nos atuais processos de contratação e aquisição de projetos de engenharia, ao mesmo tempo que se acredita que irá desempenhar um papel crucial no desenvolvimento das "Cidades Inteligentes". Por conseguinte, recomenda a sua implementação para que as empresas de engenharia espanholas estejam na vanguarda da utilização do BIM e não percam competitividade em comparação com as empresas estrangeiras que já o incorporam (Lavanguardia, 2016) (Sampaio, 2021).

Apos ter sido feito um levantamento da forma como o BIM tem sido adotado a nível internacional, os diferentes países assinalados consideram fundamental atingirem-se as seguintes metas para a implementação do BIM:

- Identificação de carências na normalização de processos de construção;
- Desenvolvimento de requisitos mínimos para interoperabilidade;
- Obrigatoriedade do BIM em concursos públicos de edifícios e infraestruturas.

Estas metas são muito úteis para o trabalho que é necessário desenvolver em Portugal, uma vez que, até ao momento, não existe um *roadmap* oficial nem orientações estratégicas a nível nacional para o uso do BIM, embora diversas entidades já tenham proposto *roadmap* de uma forma não oficial (Costa, 2018).

Entretanto, de modo a perceber como o BIM tem sido adotado a nível nacional, fez-se uma auscultação ao setor AEC por meio de um workshop realizado no âmbito do projeto

“*Digital Construction Revolution – REV@CONSTRUCTION*”, com entidades relevantes da indústria. Neste workshop, identificaram-se 28 barreiras à digitalização em Portugal (figura 2.10), sendo estas barreiras organizadas e distribuídas da seguinte forma: 8 barreiras ligadas a aspetos tecnológicos, 3 barreiras relacionadas a aspetos ligados ao custo, 10 barreiras ligadas a aspetos organizacionais, 7 barreiras ligadas à envolvente externa e 3 barreiras relacionadas com aspetos legais.

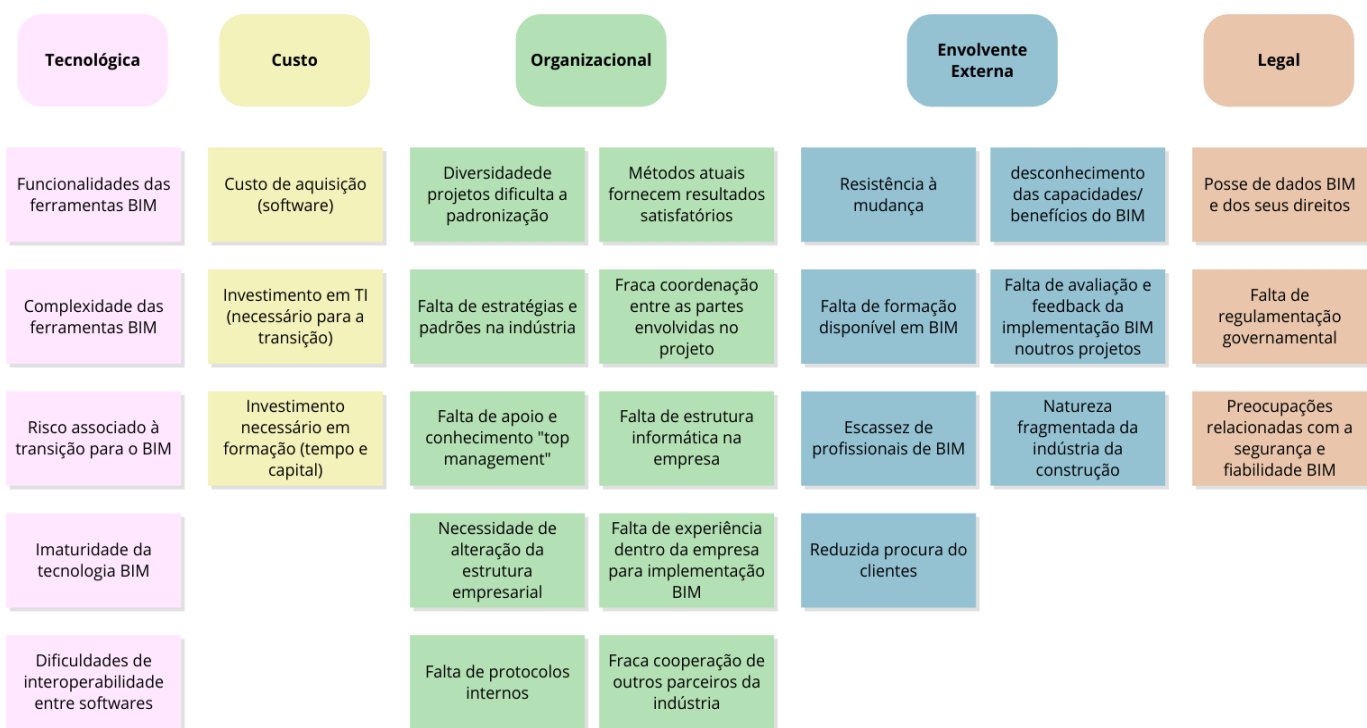


Figura 2.10 – Barreiras à Digitalização/BIM por categoria (Rocha et al., 2022)

Na opinião das entidades presentes no workshop, a falta de regulamentação governamental para a elaboração de projetos e execução de obras públicas com recurso a modelos BIM e a falta de estratégias e padrões BIM, representam as principais barreiras para a digitalização da construção em Portugal (Rocha et al., 2022).

No presente workshop, também se definiram 35 medidas prioritárias para a adoção do BIM em Portugal (figura 2.11). As 35 medidas foram distribuídas da seguinte forma: 8 medidas ligadas à entidade contratante, 11 medidas ligadas ao tecido empresarial, 11 medidas ligadas a aspetos relativos a legislação e normalização e 7 medidas ligadas à competência e capacitação.

A adaptação da legislação existente para o contexto BIM e a adaptação da norma ISO 19650 foram consideradas como as principais medidas prioritárias para a adoção do BIM em Portugal.

Neste sentido, a partir de um levantamento de trabalhos científicos realizados pelo meio técnico, foi possível verificar que já houve vários alertas sobre algumas barreiras e medidas prioritárias para adoção do BIM em Portugal, como, por exemplo, num artigo científico publicado em 2021, onde Alcinia Sampaio concluiu que para que a adoção do BIM seja bem-sucedida “cabe ao Governo emitir a legislação necessária para uma aplicação plena e regulamentada da metodologia BIM no sector da construção em Portugal” [*tradução do autor*] (Sampaio, 2021). Esta necessidade já tem vindo a ser identificada há muito tempo, como por exemplo num artigo científico publicado em 2012 (Taborda & Cachadinha, 2012). Neste artigo, os autores Paulo Taborda e Nuno Cachadinha afirmaram que para maximizar o sucesso e adiantar a implementação do BIM em Portugal “a legislação relativa às obras públicas deverá ser adaptada às exigências e particularidades da utilização do BIM”, mas até ao momento quase nada se fez para solucionar.

Sendo assim, é extremamente necessário e importante adaptar as normas internacionais ao contexto nacional e criar uma legislação que contemple o uso de modelos BIM. Os objetivos da dissertação, descritos no capítulo 1.3, estão em consonância com aquela necessidade.

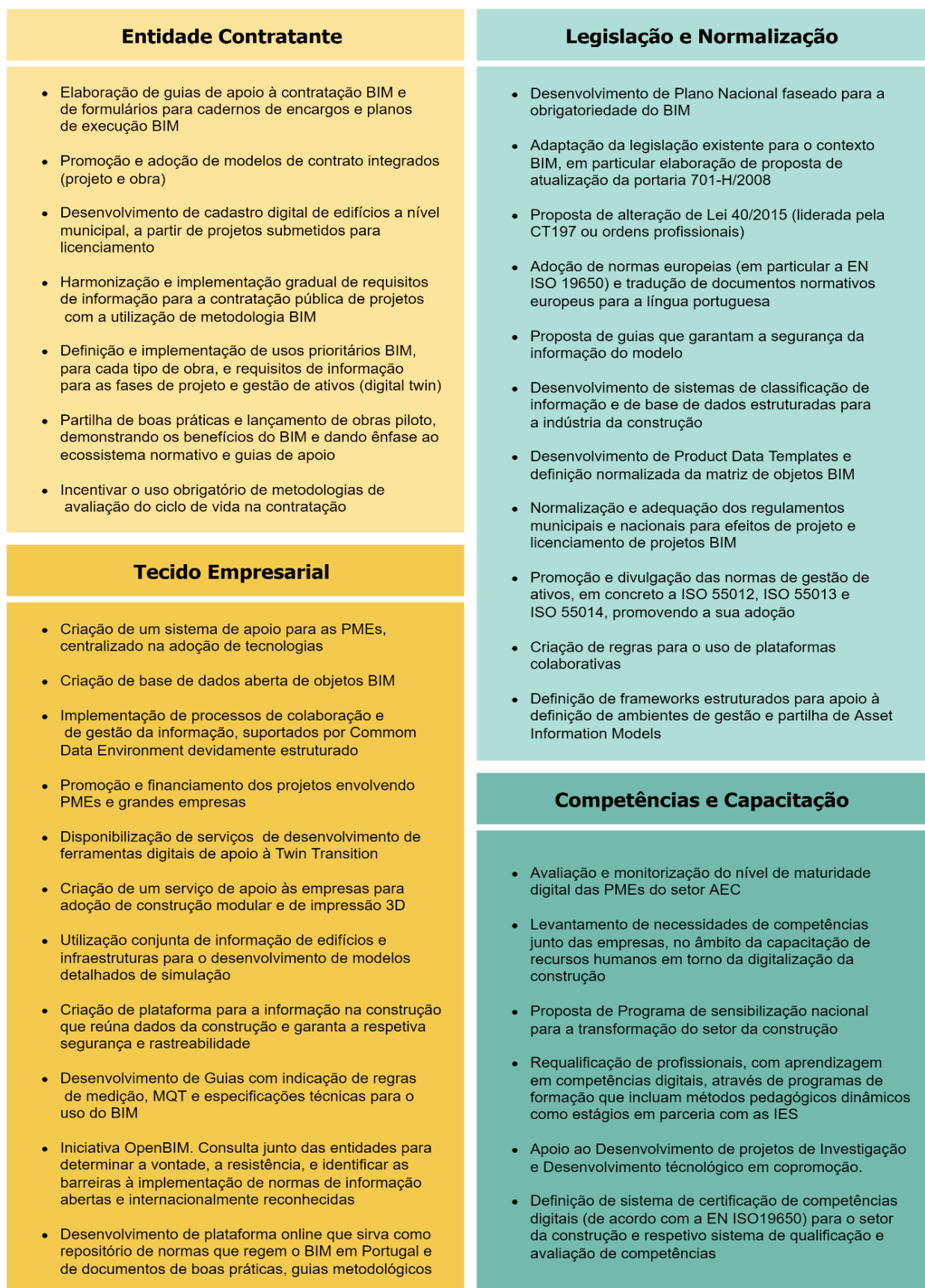


Figura 2.11 – Medidas prioritárias para a adoção do BIM em Portugal (Rocha et al., 2022) (Martins et al., 2022)

## **3 Regulamentação e normalização nacional e internacional sobre elaboração de projetos, execução de obras e modelos BIM**

### **3.1 Considerações iniciais**

No presente capítulo explica-se as dificuldades encontradas para a elaboração de uma proposta legislativa, as semelhanças que as metodologias BIM têm com os procedimentos atuais e os impactos do BIM nesses procedimentos.

Este capítulo está dividido em 4 subcapítulos. No capítulo 3.2, faz-se uma apresentação dos principais intervenientes estabelecidos na norma ISO 19650. Visto que é a norma internacional sobre BIM que mais está consagrada e a que os países mais têm utilizado, neste sentido, também se explica as dificuldades encontradas para a adaptação da ISO 19650 ao contexto nacional. No subcapítulo 3.3 explica-se como os usos BIM estão ligados ao nível de maturidade BIM, identificam-se os níveis de maturidade BIM que se encontram atualmente em Portugal e explica-se a importância de se criar um plano de faseamento de implementação dos usos BIM que esteja em concordância com os níveis de maturidade BIM. No subcapítulo 3.4 apresentam-se alguns dos impactos que o BIM poderá causar nos procedimentos atuais e explica-se como esses impactos terão uma grande influência em toda a legislação aplicável na construção em Portugal. No subcapítulo 3.5 faz-se uma breve descrição da Portaria n.º 255/2023, identificando a introdução, pela primeira vez, do conceito BIM numas instruções para a elaboração de projetos de execução.

### **3.2 Norma ISO 19650**

Como foi referido no capítulo 2, é extremamente necessário e importante adaptar as normas internacionais ao contexto nacional. Uma vez que a norma ISO 19650 é a norma sobre o BIM que mais está consagrada e que a nível internacional mais tem sido usada para a implementação do BIM, existe, por isso, a necessidade de se adaptar os conteúdos desta norma ao contexto nacional.

Neste sentido, neste subcapítulo faz-se uma breve caracterização dos principais intervenientes presentes nesta norma e apresenta-se as principais dificuldades que podem ser encontradas na adaptação da ISO 19650 no contexto nacional.

### 3.2.1 Intervenientes e suas atribuições de acordo com o estipulado na norma ISO 19650- 1 e ISO 19650- 2

A norma ISO 19650 nas partes 1 e 2, utilizam para designação dos intervenientes no ciclo de vida dos empreendimentos, entre outras, as seguintes: “*Appointing Party*”, “*Lead Appointed Party*”, “*Appointed Party*”, “*Project Team*”, “*Delivery Team*” e “*Task Team*”. Na figura 3.1, é possível observar que no centro se encontra a entidade “*Appointing Party*”. Esta entidade pode ser entendida como aquela que recebe os trabalhos e/ou informações de um líder de cada uma das equipas, nomeadamente o “*Project Team*” e a “*Task Team*”.

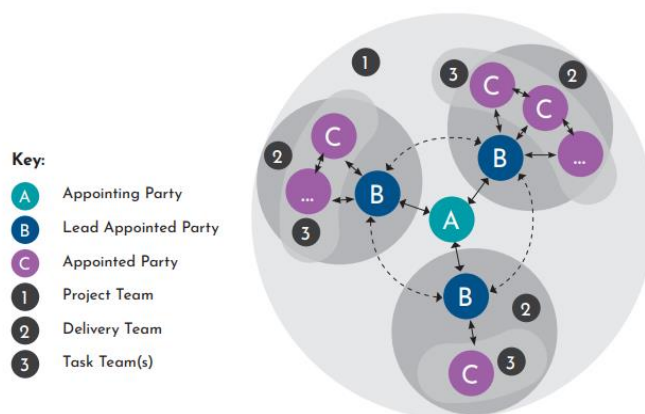


Figura 3.1 – Intervenientes e suas atribuições (UK BIM Alliance, 2019)

Numa primeira abordagem, cada uma destas entidades poderia ser traduzida respetivamente como “dono da obra”, “projetistas” e “equipa de projeto”, embora seja prudente e necessário entender de forma clara as funções de cada uma e só posteriormente tentar realizar a correspondente tradução terminológica. Para o efeito, são descritas, nas alíneas abaixo, as atividades mais relevantes atribuídas a cada uma dessas entidades (Escovaló et al., 2022).

a) Appointing Party

A partir de uma leitura da norma em língua inglesa, para a entidade “*appointing party*” estão definidas as seguintes atribuições:

- Estabelecer requisitos de informação que sejam suficientes para que as equipas consigam dar resposta a todas as suas necessidades e para estabelecer esses requisitos o “*appointing party*” deve ter em conta:
  - a. O âmbito do empreendimento;
  - b. O plano de trabalhos do empreendimento;
  - c. O modelo de contratação pretendido;
  - d. O número de pontos decisivos durante o empreendimento;
  - e. Identificar procedimentos específicos para a produção de informação;
  - f. Identificar a capacidade e os recursos mais relevantes das equipas que irá nomear para o projeto;
- Estabelecer o protocolo de informação do empreendimento que irá consistir no conjunto de informações, decisões, normas e/ou regras definidas que devem ser seguidas;
- Estabelecer os requisitos gerais do projeto em matéria de informação, entrega, normas e processos, e o protocolo de informação do projeto.

Na figura 3.2, é possível observar a representação gráfica deste conceito.

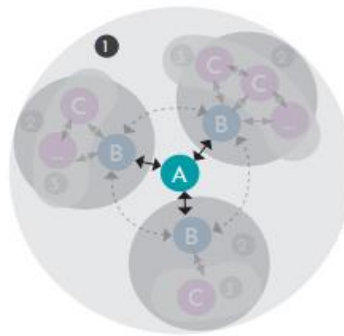


Figura 3.2 – *Appointing Party* (UK BIM Framework, 2020)

b) Lead Appointed Party

*Lead Appointed Party* é uma entidade que é nomeada como líder da equipa (“*Project Team*”, “*Task Team*” e “*Delivery Team*”). Na figura 3.3, observa-se que o “*Lead appointed party*” é a entidade que responde diretamente ao “*appointing party*”, ou seja, é a entidade que

recebe as informações do “*appointing party*”, transmite-a às equipas e posteriormente dá a resposta ao “*appointing party*”.

A partir de uma leitura da norma em língua inglesa, para a entidade “*Lead appointed party*” estão definidas as seguintes atribuições:

- Estabelecer o plano de execução BIM;
- Estabelecer a mobilização da equipa de entrega ou da equipa de projeto;
- Estabelecer uma matriz de responsabilidade detalhada, que identifica:
  - Que informação deve ser produzida;
  - Quando a informação deve ser trocada e com quem;
  - Qual equipa de trabalho é responsável pela sua produção;
- Produzir a informação requisitada pelo “*appointing party*”.

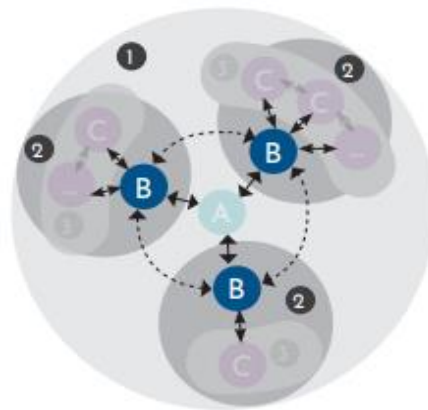


Figura 3.3 – *Lead Appointed Party* (UK BIM Framework, 2020)

### c) *Appointed Party / Task Team*

A ISO 19650 dá uma grande flexibilidade na relação entre “*appointed party*” e as equipas de trabalho. Casos há em que um “*appointed party*” pode ser uma equipa de trabalho, ou vários “*appointed party*” divididos em equipas de trabalhos, tal como representado na figura 3.4.

*Task team* são equipas responsáveis por ajudar e/ou auxiliar o *lead appointed party* em tudo o que for preciso. A partir de uma leitura da norma em língua inglesa, estão definidas as seguintes atribuições para esta entidade:

- Gerar e/ou produzir informação;
- Configurar a informação de acordo com requisitos do projeto;

- Apresentar o modelo de informação para aprovação do *lead appointed party*;
- Estabelecer o plano de execução BIM da *delivery team* (pré-nomeação);
- Confirmar o BIM da *delivery team*;
- Produzir a informação requisitada pelo *appointing party*.

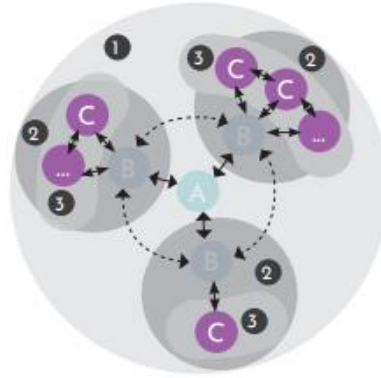


Figura 3.4 – *Appointed Part / Task Team* (UK BIM Framework, 2020)

d) *Delivery team and project team*

A norma define *delivery team* como “*lead appointed party and their appointed parties*” e *project team* é definido como “*appointing party and all delivery teams*”.

Resumidamente, *delivery team* é a equipa responsável por produzir a informação solicitada pelo *appointing party*. Esta equipa é constituída pelo *lead appointed party* e os *appointed party(ies)*.

A *project team* é constituída por todos os intervenientes no processo de conceção do empreendimento, desde o *appointing party* ao *delivery team*.

### 3.2.2 Dificuldades na adaptação da norma ISO 19650 ao contexto nacional

São várias as dificuldades que têm sido encontradas na adaptação da ISO 19650 ao contexto nacional, com o objetivo de se redigir um documento que inclua os processos colaborativos de elaboração, verificação e aprovação de projetos com recurso a modelos BIM já consagrados nesta norma. Nas alíneas seguintes são descritas e explicadas algumas das principais dificuldades encontradas.

a) Tradução da designação dos intervenientes

Na ISO 19650 são identificadas e caracterizadas as funções das entidades que são consideradas como intervenientes ou como devendo intervir nos processos de produção e partilha de informação durante o ciclo de vida de um empreendimento de construção, tendo por base modelos BIM. O acordo estabelecido entre uma entidade que pretende receber informação e outra a quem compete fornecê-la é apelidado nesta norma de “*appointment*”, sendo definido como “*agreed instruction for the provision of information concerning works, goods or services*”. A terminologia seguida não vincula a existência de uma relação jurídica entre essas entidades, estabelecida por um contrato, pois é considerado que os requisitos de informação constantes da norma são aplicáveis quer seja estabelecido contrato formal ou não entre as entidades. Porém, a terminologia utilizada – e mormente a tentativa da sua tradução para português – não recolhe o necessário consenso nem permite a sua imediata e correta interpretação pelo meio técnico nacional.

Idêntica situação sucede com a terminologia utilizada para as entidades envolvidas neste acordo: “*appointing party*” e “*appointed party*”. Se se fizer o exercício de tradução literal destes termos, poder-se-ia adotar para “*appointing party*” as designações “entidade requerente” ou “entidade nomeadora”, e, para “*appointed party*”, as designações “parte designada” ou “parte nomeada”. Estas traduções literais, embora aplicáveis quer haja ou não contrato formal, respeitando o espírito da norma, apresentam o inconveniente de poderem não ser perceptíveis no nosso enquadramento jurídico.

Porém, se se pretender utilizar uma terminologia próxima da utilizada e conhecida pelo meio técnico nacional, “*appointment*” poderia ser traduzido como “contrato”, “*appointing party*” como “entidade contratante” e “*appointed party*” como “entidade contratada”. Estas traduções, que correspondem a termos que o meio técnico conhece, não se coadunam, porém, com as situações de inexistência de contratos formais. Em todo o caso, considera-se que são preferíveis às que resultam de uma tradução literal da norma.

Por último, importa fazer uma referência adicional ao termo “*appointing party*”, que também poderá ser traduzido como “dono da obra”. Esta tradução, de carácter genérico, estaria mais na linha da terminologia comumente utilizada pelo legislador nacional, a que corresponderia a designação “contrato” para o termo “*appointment*”.

No entanto, as traduções propostas nesta dissertação constituem traduções adaptadas da terminologia inglesa, original da norma, ao contexto nacional. Esta adaptação tem por objetivo, entre outros, utilizar terminologia associada a contratos que é melhor percebida

pelo meio técnico nacional. A utilização de terminologia nacional que não corresponde exatamente à tradução da utilizada na norma inglesa poderá ser compensada pela redação de uma nota complementar que explique o contexto dos termos propostos.

b) Terminologia condicionada pela gestão de ativos

A filosofia desta norma foi feita com base na norma de gestão de ativos na perspetiva de todas as fases do ciclo de vida do empreendimento. Esta circunstância condiciona toda a terminologia utilizada.

O BIM por si só já é uma mudança de paradigma, e o que está a ser pensado que é a tradução da ISO 19650 para Português, é mudar para um paradigma que já traz as suas dificuldades e ainda por cima associado a uma visão do ciclo de vida do empreendimento, baseada na gestão de ativos, e eventualmente causará confusão ao nível da terminologia e das fases de projeto (Escovalo et al., 2022).

Entretanto, importa referir que a norma ISO 19650 tem sido alvo de diversos comentários e observações, por parte do meio técnico internacional, na interpretação e na sua aplicação aos processos BIM em empreendimentos de construção.

Em geral, a norma possibilita à indústria AEC tornar os projetos mais eficientes, estabelecendo processos de conceção, e dá um grande destaque ao dono de obra nas fases iniciais do projeto, principalmente no processo de estabelecimento dos requisitos de informação, para posteriormente servirem de base para as restantes fases do ciclo de vida do empreendimento. Orienta, ainda, a criação de um processo estruturado que apoia a implementação do BIM (Castaingchristoph, 2018) (Renzi & Trifarò, 2022).

Porém, a nível internacional têm sido apontadas algumas críticas à forma como se encontram elaboradas estas normas, destacando-se os seguintes aspetos:

- Encontram-se atribuídas, aos vários intervenientes na fase de projeto, muitas tarefas, embora as mesmas não se encontrem bem explicadas nas normas, requerendo a consulta de outras normas e documentação adicional para o integral entendimento do seu conteúdo e significado (Castaingchristoph, 2018);
- Existe, de forma geral, pouca pormenorização e detalhe nos conteúdos destas normas, levando a que cada um faça a sua própria interpretação, levando a

consumo de tempo, mal-entendidos e a debates prolongados (Castainghristoph, 2018) (Renzi & Trifarò, 2022);

- A terminologia presente nas normas é considerada muito confusa e muito diferente da que a indústria está acostumada utilizar, considerando-se que os gráficos de apoio, principalmente os da Parte 2, apresentam pouco valor em termos de comunicação visual (Castainghristoph, 2018).

Em síntese, depois de analisar a ISO 19650 foi possível verificar que esta norma foi baseada na norma de gestão de ativos. Este condicionamento acarreta a que a terminologia utilizada seja pouco perceptível no nosso enquadramento jurídico e pouco inteligível de forma imediata, constituindo a sua tradução uma tarefa difícil, se não se quiser desvirtuar o sentido da redação original desta norma.

### **3.3 Faseamento da implementação do BIM no contexto nacional**

A legislação existente em Portugal está muito voltada para os processos tradicionais, em que a troca de informação é em papel, embora, casos há em que se procede à criação de um ambiente comum de dados para se efetuar a partilha eletrónica de informação em ficheiros *Portable Document Format* (PDF), *Design Web Format* (DWF) e outros. Neste sentido, pode-se afirmar que atualmente Portugal está nos níveis 0 e 1 de maturidade BIM (capítulo 2.2).

Para se elaborar uma proposta legislativa para o BIM é importante se ter em conta os níveis de maturidade atuais, porque para se atingir certos usos BIM são necessários computadores mais potentes, um elevado nível de conhecimento dos métodos BIM e aquisição de *softwares*, sendo estas algumas das barreiras para digitalização da construção em Portugal (capítulo 2.3). Assim, o uso do BIM não deve ser obrigatório de uma só vez, porque a indústria AEC ainda não tem maturidade suficiente para tal.

Ultimamente tem surgido várias propostas tanto do setor público como do setor privado para a obrigatoriedade do BIM, mas a indústria AEC nacional ainda não está preparada tanto a nível de equipamentos (*hardware e software*) como ao nível dos profissionais BIM qualificados. As câmaras municipais ainda não estão prontas para receber e trabalhar com modelos BIM muito sofisticados. Deste modo, propõe-se que o BIM seja implementado de maneira faseada, ou seja, sugere-se que se faça a criação de um plano de faseamento de

implementação BIM, que estabeleça a forma como Portugal vai evoluir nos níveis de maturidade e como a indústria deve acompanhar essa evolução.

Para a elaboração deste plano de faseamento de implementação do BIM é importante e necessário que se definam e se estabeleçam critérios. Na figura 3.5 apresentam-se alguns critérios que foram adotados a nível internacional para definir em quais empreendimentos o BIM deve ser adotado.

País	Critérios	Exemplo
Espanha, Reino Unido	Custo Estimado da Obra	2 Milhões de euros, 1 Milhão de euros
Brasil, Espanha	Tipos de Obra	Novas e Reabilitação
Reino Unido	Níveis BIM	BIM Level 1,2 e 3
Singapura	Área Bruta	20 000 m <sup>2</sup> , 10 000 m <sup>2</sup>

Figura 3.5 – Critérios utilizados para definir a obrigatoriedade do BIM por país (Costa et al., 2023)

Pela figura 3.5 consegue-se observar que Espanha definiu como critérios para obrigatoriedade do BIM o custo estimado da obra e o tipo de obras, o Reino Unido definiu como critérios os níveis de desenvolvimento BIM (LOD) e o custo estimado da obra, o Brasil definiu como critério os tipos de obras e a Singapura definiu o critério de obrigatoriedade pela área bruta de construção. No entanto, importa referir que talvez este último critério não seja ao mais adequado porque há construções com áreas brutas mais reduzidas que podem requerer modelos de informação complexos.

Paralelamente aos critérios apresentados na figura 3.5, os "Usos BIM" foram utilizados no Brasil e em Espanha como forma de fasear as exigências BIM, tal como pode ser observado no quadro 3.1.

<b>País</b>	<b>Critérios</b>	<b>Exemplo</b>
<i>Brasil e Espanha</i>	Usos BIM	Arquitetura, Engenharia, Especialidades
-	Requisitos de informação	LOD 200, LOD 300 LOIN

Quadro 3.1– Critérios utilizados para fasear as exigências (adaptado de (Costa et al., 2023))

Entretanto, depois de se realizar a definição dos critérios para implementação do BIM, sugere-se a definição de uma calendarização que defina o intervalo de tempo entre as fases de implementação e os requisitos que devem ser exigidos a partir de cada fase. Por exemplo, o governo Brasileiro criou o decreto n.º 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização de modelos BIM em obras realizadas pela administração pública.

No artigo 4.º do referido decreto, define-se um plano de implementação do BIM que tem em conta o nível de maturidade que o Brasil se encontra e define uma calendarização para a obrigatoriedade das diversas fases de implementação do BIM.

Este plano brasileiro estabelece a implementação do BIM da seguinte forma:

- I. A primeira fase que começou em 2021, abrange os usos BIM para a elaboração de projetos de engenharia e arquitetura referentes às seguintes especialidades:
  - Instalações elétricas;
  - Estruturas;
  - Instalação de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (AVAC);
- II. Na segunda fase, prevista para ter início em 2024, além dos usos BIM definidos na primeira fase, o BIM também será usado para realização de orçamentos e gestão de obras.
- III. Na terceira fase, prevista para ter início em 2028, além dos usos previstos na primeira e na segunda fase, o BIM também será usado para gestão e manutenção do empreendimento.

Neste sentido, criando-se um plano de faseamento de implementação do BIM a nível nacional, a legislação para o BIM deve ser adaptada a este plano, estabelecendo usos mínimos ou usos recomendáveis que estejam em concordância com os níveis de maturidade da indústria.

### 3.4 Impactos do BIM nos procedimentos atuais

A implementação do BIM proporcionará muitos benefícios, mas esta mudança vai afetar as formas tradicionais de trabalho causando os seguintes impactos e mudanças nos procedimentos atuais:

a) Propriedade intelectual e responsabilização

O BIM gira em torno da gestão e partilha de informação. Este processo de partilha de informação não é apenas importante durante a fase de projeto e construção de um empreendimento, mas também durante a gestão de operação dos empreendimentos (UK BIM Alliance, 2019) (UK BIM Framework, 2020).

Por isso, torna-se muito necessário que a utilização do modelo BIM esteja à disposição do empreiteiro e, especialmente, do dono da obra. Por outro lado, existem os direitos de propriedade do projetista e nesse sentido há a necessidade de haver algum acordo ou consenso entre o projetista e as outras partes (UK BIM Alliance, 2019).

Esse consenso pode ser encontrado estabelecendo acordos contratuais que permitam ao dono da obra utilizar e distribuir livremente os modelos BIM sem procedimentos formais de aprovação, mas com responsabilidade ajustada. Por conseguinte, é aconselhável descrever as condições e limitações da utilização destes modelos BIM. Alguns tópicos a abordar são, por exemplo, a extensão da partilha gráfica e não gráfica de informações que podem ser utilizadas durante cada fase do projeto e os limites de responsabilidade do projetista relacionadas com alterações aos modelos feitas pelo dono da obra ou por terceiros (UK BIM Alliance, 2019).

Esses limites de responsabilidades terão um grande impacto na fase de assistência técnica, porque na fase de projeto o modelo BIM é da responsabilidade do dono da obra, mas na fase de construção é da responsabilidade do empreiteiro.

De acordo com a Portaria n.º 959/2009, de 29 de agosto, “não podem ser executados quaisquer trabalhos nos termos das alterações ao projeto propostas pelo empreiteiro sem que estas tenham sido expressamente aceites pelo dono da obra e apreciadas pelo autor do projeto”. No caso de o dono da obra aprovar a alteração, haverá a necessidade de alguém alterar ou atualizar essa informação no modelo BIM. Pode-se dizer que seja o empreiteiro a realizar a alteração visto que na fase de construção o modelo BIM é da sua responsabilidade, mas talvez haja a necessidade do projetista validar essa informação, ou pode ser o próprio projetista a realizar essa alteração. Neste sentido, é importante que se faça uma adaptação/atualização da

Portaria n.º 959/2009, para que defina quem será o responsável por atualizar a informação no modelo BIM e se há ou não a necessidade de uma validação do projetista caso não seja ele a executar a alteração.

b) Entregáveis, contratação de serviços BIM e caderno de encargos

Adotar o BIM significará deixar para trás um processo em que as representações gráficas são em 2D com peças escritas complementares, para dar lugar a um processo que tem por base um modelo tridimensional, compartilhado e que vai evoluindo nas diversas fases de projeto (G. H. Nunes & Leão, 2018) (Javadikasgari et al., 2018).

Em primeira análise, nota-se claramente que ao compararmos os processos tradicionais com os processos em BIM haverá diferenças nos entregáveis. Atualmente, entregam-se peças (desenhadas e escritas) impressas em papel, o que difere do que resulta da utilização de modelos BIM, a partir dos quais a informação é entregue em formato digital, desde ficheiros “pdf” a modelos 3D colocados no CDE.

Essa diferença de entregáveis também vai afetar a forma como se vai desenvolver as soluções para cada especialidade (Czmoch & Pękala, 2014) (G. H. Nunes & Leão, 2018).

Como pode ser observado na figura 3.6, nos processos tradicionais ou atuais, primeiro desenvolve-se cada solução, a seguir faz-se a compatibilização das soluções e, posteriormente, faz-se as revisões necessárias e procede-se a geração da documentação para o projeto. Com o BIM o processo é muito diferente, como pode ser observado na figura 3.7, uma vez que a compatibilização é uma atividade de rotina e responsabilidade de toda a equipa de projeto, por isso, a aprovação das soluções de cada disciplina é feita sempre de maneira conjunta tornando o processo muito mais eficaz (Czmoch & Pękala, 2014) (Javadikasgari et al., 2018).

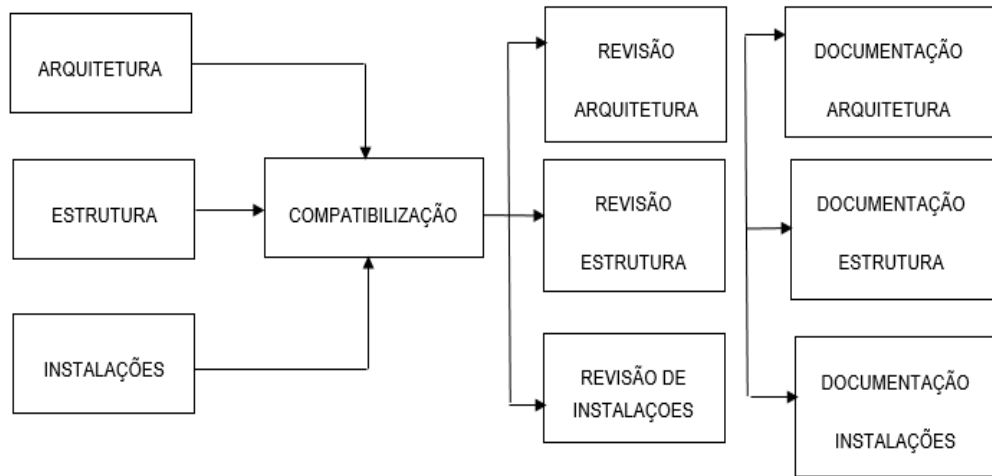


Figura 3.6 – Fluxo de trabalho procedimentos atuais (adaptado de (PINTO, 2019))

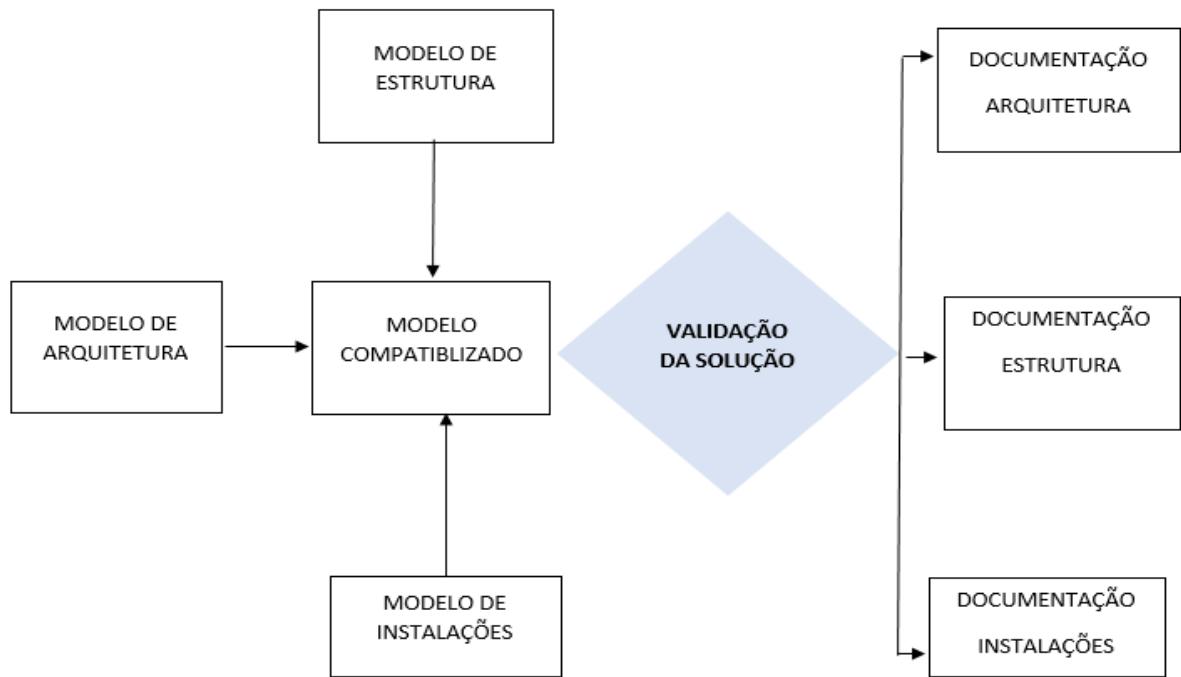


Figura 3.7 – Fluxo de trabalho procedimentos BIM (adaptado de (PINTO, 2019))

Todas as alterações desde o processo de trabalho aos entregáveis, terão reflexos no contrato. Assim, tanto a entidade contratante como as entidades contratadas terão novas funções e responsabilidades que devem ser claramente descritas (UK BIM Framework, 2020).

Assim, é importante que o contrato ou o caderno de encargos respondam as seguintes questões (UK BIM Alliance, 2019) (UK BIM Framework, 2020):

- Quem faz o quê, quando e como?

- Quem tem acesso a quê, quando e como?
- Quem partilha?
- Quem aprova?
- Quem verifica?

Nesse sentido, de maneira a dar resposta a estas questões, sugere-se que o caderno de encargo contenha em anexo um BEP, que dê respostas claras às questões colocadas nos pontos acima. Sugere-se também, que além dos deveres, obrigações e responsabilidades da equipa do projeto, os cadernos de encargos ou os contratos incluam as responsabilidades pelos resultados e pela gestão BIM.

c) Ferramentas e softwares

O BIM depende de *softwares*, que permitem construir o modelo, visualizá-lo e alterá-lo, pelo que a evolução dos modelos BIM está fortemente ligada à própria evolução desses *softwares*. Deste modo, as empresas fornecedoras de *softwares* assumem uma particular relevância no processo de implementação de modelos BIM (Esser et al., 2023) (Waqar et al., 2023).

No entanto, a vida útil de um empreendimento é muito mais longa do que a de um determinado *software* ou das versões do mesmo. Este facto, por si só, pode criar problemas de acessibilidade e propriedade dos dados ao longo do tempo (Esser et al., 2023) (Siebelink et al., 2021). Este facto fará com que a maioria dos *softwares* BIM sejam atualizados todos os anos, sendo que os edifícios têm normalmente um tempo de vida útil de 50 anos, o que quer dizer que ao longo dos anos as versões usadas para criação de um determinado modelo 3D, estarão cada vez mais desatualizadas, podendo haver o risco dos *softwares* e dos computadores cada vez mais atualizados não abrirem da melhor maneira um projeto ou modelo feito com um *software* muito antigo. Isto irá afetar o bom uso do modelo nas diversas fases posteriores a fase de elaboração do projeto (Esser et al., 2023).

Entretanto, pode-se sugerir que se façam diversas atualizações da versão do modelo BIM, mas isso faria com que todos os anos se fizesse a atualização do modelo de informação para versões mais recentes dos programas (Esser et al., 2023). Outra solução seria ter alguma garantia por parte dos fornecedores dos *softwares* que daqui a 50 anos (por exemplo) o modelo BIM feito com versões mais antigas vai abrir sempre da melhor maneira possível, para que assim se utilize o modelo para todas as fases do ciclo de vida do empreendimento.

d) Formas de projetar (objetos BIM)

O BIM mudará claramente a forma de elaboração dos projetos, pois, em vez de se desenhar as peças, vai se fazer a modelação dos vários elementos que vão compor o modelo de informação (Urbieta et al., 2023).

Na fase de modelação, os projetistas arrastam vários objetos de várias bibliotecas e acrescentam informações extras (por exemplo, materiais) e informações topológicas, ou seja, os objetos BIM são mais do que uma simples representação gráfica do objeto físico do edifício, mas sim um conjunto de informações necessárias para todo o ciclo de vida do empreendimento, tornando as bibliotecas de objetos BIM muito necessárias para a modelação (Lu et al., 2017) (El Sibaii et al., 2021).

Neste sentido, alguns *softwares* BIM, como o *Autodesk Revit*, fornecem alguns objetos de construção (designados por famílias de sistemas) organizados numa biblioteca, mas os projetos residenciais privados e públicos necessitam de diferentes conjuntos de objetos (por exemplo, janelas ou objetos MEP) (Lu et al., 2017). Entretanto, as bibliotecas existentes nos *softwares* BIM estão longe de ser abrangentes, por isso, a nível internacional alguns países têm criado as suas próprias bibliotecas BIM, como por exemplo a *BIM National Library* (BNL) no Reino Unido, propriedade do Instituto Real dos Arquitetos Britânicos (RIBA) que oferece mais de 6.500 objetos BIM em 150 categorias. Os objetos descarregados contêm ficheiros em formato IFC e um ficheiro de texto para os seus parâmetros específicos. Esta biblioteca nacional, se adapta as necessidades da industria da construção do Reino Unido (Lu et al., 2017). Neste sentido, sugere-se a criação/desenvolvimento de uma biblioteca nacional de objetos BIM que se encaixe com as necessidades do sector AEC nacional. Entretanto, numa primeira fase, pode-se fazer especificações técnicas e guias, de modo a fazer um certo enquadramento legal dos objetos BIM que serão utilizados na modelação e, posteriormente, faz-se a criação da biblioteca de objetos.

e) Licenciamento

Com os modelos BIM e com a melhoria dos sistemas digitais e web, as vantagens dos sistemas automatizados de emissão de licenças de construção tornaram-se evidentes em muitos países (Javadikasgari et al., 2018).

O processo pode ser mais rápido e mais objetivo, além disso, podem ser evitados erros e mal-entendidos nas avaliações do projeto e na interpretação dos regulamentos, trazendo benefícios (incluindo económicos) da redução da quantidade de recursos necessários.

Além disso, o ambiente construído pode beneficiar de um sistema automatizado, uma vez que podem ser tomadas decisões mais consistentes considerando parâmetros mais complexos (por exemplo, toda a área pode ser em 3D, em vez de ter vistas 2D ou parciais, que também estão limitadas ao que é entregue pelos requerentes de licenças de construção). Uma resposta rápida aos resultados da verificação do modelo pode resultar num processo mais iterativo e num ambiente construído de maior qualidade (Javadikasgari et al., 2018) (Santos et al., 2022).

Entretanto, estão a ser desenvolvidas tentativas nesse sentido em muitos países, como por exemplo o projeto *CORENET ePlanCheck* em Singapura (Figura 3.8) que trata de um sistema digital disponível online que permite aos profissionais de AEC apresentar planos e documentos relacionados com projetos às autoridades reguladoras para vários tipos de aprovações, incluindo aprovações de planeamento, aprovações de planos de construção, aprovações de planos estruturais, autorizações de ocupação temporária, entre outros (Javadikasgari et al., 2018).



Figura 3.8 – Projeto CORENET ePlanCheck (Azenha et al., 2022)

As vantagens deste sistema em relação à apresentação com os métodos tradicionais são as seguintes (Javadikasgari et al., 2018):

- É digital e não em papel;
- Pode ser utilizado em qualquer lugar;

- Proporciona um ponto único para que as pessoas qualificadas apresentem os projetos a várias autoridades de aprovação;
- Simplifica o trabalho das autoridades de aprovação.

Em geral, permite um processamento e um tempo de resposta mais rápidos quando comparado com os procedimentos tradicionais.

Vários outros países a nível internacional também têm criado plataformas digitais para melhorar os processos de licenciamento, como por exemplo a Nova Zelândia com a plataforma ACABIM, a Estónia com a plataforma *introducing a Building Information Model (BIM)-based process for building permits in Estónia*, a Finlândia com a plataforma Vantaa, entre outros (Azenha et al., 2022) (Santos et al., 2022).

Com o exemplo do que os outros países têm feito em relação à digitalização do licenciamento, foi possível verificar que todos estão a adequar os seus regulamentos para efeitos de projetos e licenciamentos aos modelos BIM com a criação de plataformas digitais (Azenha et al., 2022).

Neste sentido, sugere-se que a nível nacional se faça a normalização e adaptação dos regulamentos municipais para efeitos de projeto e licenciamento de modelos BIM. Consequentemente, se faça a criação de ferramentas digitais para a verificação e submissão dos modelos BIM para licenciamento. Tal como explicado no capítulo 3.3 sobre o faseamento de implementação do BIM, sugere-se que ao se fazer o licenciamento digital, se faça de maneira faseada, ou seja, que se tenha em conta os níveis de maturidade da indústria, para que dessa forma se estabeleça o tipo de obra que se pode realizar o licenciamento digital e ao longo do tempo, com a evolução da maturidade da indústria, se vá estendendo para mais tipos de obra.

Na figura 3.9 apresenta-se um exemplo de um possível esquema do fluxo de trabalho para o pedido de licenciamento de modelos BIM. Como pode ser observado, a modelação vai ter em conta os requisitos de modelação fornecidos pelo município. Depois da modelação e a exportação do arquivo para o modelo IFC, a câmara municipal vai realizar as devidas verificações para posteriormente emitir a licença para o projeto (Azenha et al., 2022).

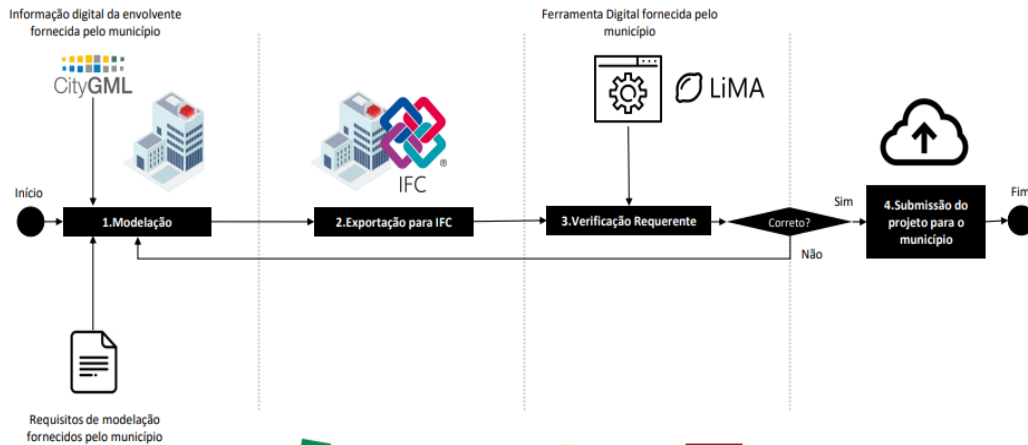


Figura 3.9 – Fluxo de trabalho para o pedido de licenciamento de modelos BIM (Azenha et al., 2022)

f) Novos intervenientes vs. intervenientes atuais

Analisando os procedimentos atuais, verifica-se que há certas entidades que têm uma grande importância na gestão e coordenação do empreendimento, tais como:

- Gestor de contrato: de acordo com o código dos contratos públicos (CCP), de maneira a realizar o acompanhamento permanente da execução do contrato, o dono da obra deve designar um gestor de contrato;
- Coordenador de projeto: é o técnico que tem a responsabilidade de fazer a conexão correta da equipa de projeto, tendo sempre em conta as características da obra (Portaria n.º 255/2023);
- Gestor do empreendimento: é a entidade que auxilia o Dono da Obra nas questões ligadas a gestão da construção do empreendimento (Relatório E.4.2.2. RevConstruction).

À semelhança dos procedimentos atuais, nos procedimentos BIM também se encontram entidades importantes na gestão e coordenação do empreendimento, tais como:

- *BIM Manager* ou gestor BIM: é o responsável pela coordenação da equipa de produção e modelação do modelo BIM. Para tal, deve avaliar os níveis de informação necessários (LOIN) e, em seguida, desenvolver um plano que se adequa ou adapte aos desejos do dono da obra (Daniel, 2013);

- *BIM Coordinator* ou coordenador BIM: tem como principal responsabilidade garantir que todos os membros da equipa de projeto seguem o plano de execução BIM (BEP), (Gustavsson, 2018);
- *BIM project manager* ou gestor do empreendimento BIM: é a entidade responsável por todo o processo de gestão e aplicação das metodologias BIM ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento (Daniel, 2013) (Gustavsson, 2018).

Olhando para as entidades que surgem com o BIM e as entidades presentes nos procedimentos atuais, é possível ver que ambas têm uma certa semelhança em suas definições e atribuições. Uma das grandes diferenças entre elas é justamente o “BIM”. No entanto, com a adoção do BIM, poderá haver um certo choque entre essas entidades, uma vez que têm funções e atribuições muito semelhantes e isto deverá gerar inúmeros reflexos na Lei n.º 40/2015, de 1 de junho, que substituiu a Lei n.º 31/2009, de 03 de julho.

A Lei 40/2015 estabelece “a qualificação profissional exigível aos técnicos responsáveis pela elaboração e subscrição de projetos, coordenação de projetos, direção de obra pública ou particular”. Claramente, com o surgimento de novos intervenientes, há a necessidade de se estabelecer e definir a qualificação profissional que deve ser exigida para os novos intervenientes BIM. Assim, é necessário que a Lei n.º 40/2015 seja adaptada de modo a implementar os novos profissionais que surgem com o BIM.

Em síntese, importa referir que um dos principais impactos do BIM nos procedimentos atuais é o surgimento de novos perfis de profissionais e as mudanças de um modo geral das formas de trabalho, o que deverá trazer enormes reflexos na legislação atual aplicada na construção. Toda a legislação vai ter de ser adaptada aos novos intervenientes, às novas atribuições que os principais intervenientes no ciclo de vida de um empreendimento terão e a este novo processo de ter um modelo BIM que vai transitando e evoluindo em todas as fases de projeto.

### **3.5 Portaria n.º 255, de 07 de agosto**

A Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto, “aprova o conteúdo obrigatório do projeto de execução, bem como os procedimentos e normas a adotar na elaboração e faseamento de projeto de obras públicas” e veio em substituição da Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho. A Portaria

n.º 701-H/2008 foi aprovada há 14 anos e ao longo do tempo a tipologia das obras públicas foi mudando e evoluindo. Com a adoção do BIM cada vez mais forte a nível internacional e principalmente nos vários países da UE, a Portaria n.º 701-H/2008 carecia de uma atualização e, por isso, a Portaria n.º 255/2023 surgiu para substituir a Portaria n.º 701-H/2008 e introduzir pela primeira vez o termo BIM.

De acordo com a Portaria n.º 255/2023, o projeto desenvolve-se seguindo as seguintes fases:

- Programa base: pode ser definido como sendo o documento elaborado pelo projetista, com o objetivo de responder às questões e necessidades apresentadas pelo dono da obra no programa preliminar;
- Estudo prévio: é o documento apresentado pelo projetista, que desenvolve todas as soluções aprovadas na fase do programa base;
- Anteprojeto: também conhecido como projeto base, nesta fase o projetista desenvolve as soluções aprovadas no estudo prévio. É importante que nesta fase o documento apresentado contenha toda informação relevante, relativa ao modo de execução da obra;
- Projeto de execução: de acordo com a Portaria “o projeto de execução desenvolve o programa base aprovado”, esta fase deve conter informação de fácil interpretação para que não haja nenhuma dúvida por parte dos intervenientes afetos a execução da obra;
- Assistência técnica: de modo geral são os serviços que o projetista deve prestar ao dono da obra.

De acordo com a Portaria antes das fases de projeto apresentadas nos pontos acima, temos o Programa preliminar, que “teoricamente” não é uma fase de projeto, sendo que, nesta etapa, o dono de obra basicamente transmite informações importantes para que o projetista consiga elaborar o projeto da melhor forma para responder as necessidades do dono da obra.

Relativamente ao BIM, a portaria n.º 255/2023 explica na introdução de uma forma sintética, como o BIM tem sido implementado a nível internacional e o quão importante era incluir o BIM na Portaria. Posteriormente, no artigo 1º, a Portaria introduz o termo modelo de informação da construção, definindo como sendo a “metodologia de partilha de informação das características físicas e funcionais de qualquer objeto construído”.

Depois de analisar a Portaria, foi possível constatar que a introdução do BIM foi muito básica. Das poucas referências que a Portaria faz ao BIM, nenhuma se reflete nas diversas fases de projeto, ou seja, mostra-se a importância do BIM para a elaboração dos projetos, mas não se desenvolve.

Visto que, a Portaria n.º 255/2023 aprova o conteúdo obrigatório do projeto de execução, devia incluir os requisitos mínimos que um modelo BIM deve conter nas diversas fases de projeto. Embora, a Portaria n.º 255/2023 substitua a Portaria n.º 701-H/2008, verifica-se que a filosofia por trás de ambas Portarias é muito parecida, ainda remetem muito para a troca de informação em papel. É possível verificar que o nível de detalhe que a Portaria estabelece para as diversas peças desenhadas são as escalas. Porém, o modelo BIM é um modelo digital que permite a simulação virtual da construção, as escalas já não são assim tão relevantes, porque o dono da obra terá em sua posse um modelo digital e pode sempre que quiser aumentar ou diminuir o zoom.

Neste sentido, seria importante que a Portaria n.º 255/2023 definisse ou explicasse o que são escalas em BIM. Para isso, devia-se introduzir os conceitos LOIN e LOD e, visto que, o BIM gira em torno de partilha de informação, a Portaria n.º 255/2023 deveria estabelecer os requisitos de troca de informação afetos às diversas fases de projeto e explicar as atribuições e funções do gestor de informação.

A Portaria indica que as telas finais (todos os desenhos finais do projeto) também podem ser entregues em modelos de informação da construção (BIM), mas seria pertinente que em relação às telas finais a Portaria explicasse sobre o modelo AS-BUILT que de certa forma pode ter alguma relação com as telas finais em BIM.

Em relação ao BEP, tal como visto no capítulo 2, o mesmo tem uma grande importância no universo BIM porque explica de forma clara como vai ser realizado o modelo BIM e como vai funcionar todo o processo de troca de informação. Mas, a Portaria só faz menção ao BEP no número três (3) do artigo 12.º, e tendo em conta a importância do BEP, a Portaria deveria definir o BEP e indicar os conteúdos mínimos que deve conter.

Alem de a portaria indicar o conteúdo obrigatório do programa base ao projeto de execução, também faz a classificação das obras por categoria. No entanto, seria pertinente que a Portaria definisse e classificasse usos mínimos BIM para cada tipo de obra.

Em síntese, embora a Portaria n.º 255/2023 venha substituir a Portaria n.º 701-H/2008, introduzindo pela primeira o termo BIM, a introdução do BIM na Portaria é muito básica e sem muitos reflexos e desenvolvimentos ao longo do documento de um modo geral. A Portaria ainda

remete muito para o processo tradicional em que a troca de informação é em papel e deixa de fora muitos conteúdos e conceitos importantes no universo BIM. Nesse sentido, tendo em conta a importância de se estabelecer conteúdos legislativos que definam os procedimentos a adotar na elaboração de obras públicas com recurso a modelos BIM, no capítulo seguinte apresenta-se uma proposta de conteúdos técnicos que podem/devem ser contemplados aquando da redação dessa proposta legislativa.

## **4 Conteúdos técnicos para a elaboração de uma proposta legislativa para o BIM**

### **4.1 Considerações iniciais**

No presente capítulo apresentam-se uma série de conteúdos técnicos que devem ser contemplados aquando da redação de uma proposta legislativa que contemple os procedimentos a adotar na elaboração e no faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM. No subcapítulo 4.2 identifica-se uma série de questões que se consideram importantes que a legislação responda. No subcapítulo 4.3 apresentam-se contributos técnicos que contemplem os procedimentos a adotar na elaboração e no faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM, para cada fase de projeto, procedendo-se à definição de novos conteúdos específicos de modelos BIM e à identificação dos conteúdos da Portaria n.º 255/2023 que deverão continuar a ser exigidos para efeitos da elaboração de projetos de obras públicas. A nomenclatura utilizada na definição dos novos conteúdos procurou ser a mais próxima da já existente no quadro legislativo nacional. No subcapítulo 4.4 apresenta-se um resumo da apresentação da proposta ao meio técnico nacional.

### **4.2 Proposta legislativa para elaboração de projetos BIM**

Como referido no capítulo 3.5, a Portaria n.º 255/2023 introduz o termo BIM e mostra de certa forma a importância de introduzir os modelos informação BIM na elaboração dos projetos de obras públicas, mas deixa de fora inúmeras questões, conceitos e conteúdos importantes que devem ser tidos em conta na elaboração de projetos com recurso a metodologia BIM. Este facto pode levar a mal-entendidos entre os vários intervenientes na fase de projeto, por exemplo, na forma de entrega da documentação, no nível de pormenor do modelo informação, entre outros. Tendo em conta isso é importante que a legislação para a elaboração de projetos BIM responda às seguintes questões:

1. O que é o modelo de informação e que conteúdos deve ter?
2. O que é o modelo BIM?
3. Quem é o gestor de empreendimento?
4. Quem é o gestor de informação?

5. Quando deve ser nomeado o gestor de informação?
6. Quais são as atribuições do gestor de informação?
7. Qual o relacionamento do gestor de informação com o dono da obra e com o projetista?
8. Qual a responsabilidade do gestor de informação em termos de validação da informação do modelo e da garantia de que o modelo apresentado pelo projetista permite dar resposta aos usos BIM requeridos para esse modelo?
9. O que é o marco de entrega?
10. O que é o ambiente comum de dados?
11. Quando é que o CDE deve estar em vigor?
12. O que é um bloco de informação?
13. Quem define os usos BIM?
14. Quais os usos mínimos ou recomendáveis tendo em conta os níveis de maturidade?
15. Quais as condições de passagem de um nível de maturidade para outro?
16. O que é o BEP?
17. Que conteúdos o BEP deve ter?
18. Quem elabora o BEP?
19. Em que condições o BEP pode ser alterado?
20. O que é o plano de trabalho?
21. O que são requisitos de informação?
22. Quem tem acesso ao modelo colaborativo?
23. Quais elementos devem fazer parte do programa preliminar?
24. Em BIM, quantas fases de projeto são necessárias?
25. Qual o nível de detalhe do modelo BIM nas diversas fases de projeto?
26. Que peças escritas e desenhadas serão colocadas no CDE e que peças serão interligadas aos vários elementos do modelo de informação?
27. Como será o processo de trabalho interoperativo?
28. Como será o processo de validação e verificação do modelo de informação entregue pelo projetista?
29. Quem é o responsável pelo modelo de informação na fase de construção?

30. No caso de haver alterações no projeto provenientes do projetista ou do empreiteiro, quem será o responsável por alterar e atualizar as informações no modelo de informação?
31. O que é o modelo AS-built?
32. Quem é o responsável pela elaboração do modelo AS-built?

Importa referir que as questões e necessidades apresentadas acima são essenciais e devem ser respondidas aquando da redação de uma proposta legislativa para a elaboração e faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM. Neste sentido, no subcapítulo seguinte apresentam-se algumas propostas para responder algumas destas questões.

## 4.3 Proposta para o articulado

### 4.3.1 Disposições gerais

#### 4.3.1.1 Definições

Tendo em conta alguns conceitos e definições importantes no universo BIM, sugere-se que a proposta legislativa para a elaboração de projetos em BIM, contenha as seguintes definições:

- Ambiente comum de dados (*resposta à questão 10*): espaço ou meio de informação para um empreendimento, acordado pelas partes, para recolha, gestão e divulgação de cada bloco de informação, através de um processo estruturado e controlado (ISO 19650-2:2018).
- Bloco de Informação (*resposta à questão 12*): conjunto persistente de informação e com nomenclatura definida, que pode ser obtido a partir de um ficheiro, sistema ou hierarquia de armazenamento de uma aplicação (ISO 19650-2:2018).
- Gestor de informação (*resposta à questão 4*): entidade designada pelo dono da obra para gerir a informação ao longo da execução do contrato (ISO 19650-2:2018) (ISO 19650-1:2018);
- Gestor do empreendimento (*resposta à questão 3*): entidade que assiste o dono da obra na contratação, coordenação e gestão do processo de execução do empreendimento (Relatório E.4.2.2. RevConstruction) (Costa et al., 2023);

- Marco de entrega de informação (*resposta questão 9*): evento programado para a ocorrência de uma troca de informação segundo termos predefinidos (ISO 19650-1:2018) (ISO 19650-2:2018);
- Modelo BIM (*resposta a questão 2*): modelação da informação na construção, traduzida do termo inglês *Building Information Modelling*;
- Modelo de informação (*resposta à questão 1*): conjunto do modelo BIM e das peças escritas e desenhadas complementares colocados no ambiente comum de dados partilhados (ISO 19650-1:2018);
- Plano de execução BIM (*resposta à questão 16*): documento que detalha como, no âmbito do contrato, será realizada a gestão da informação pelo projetista (ISO 19650-2:2018);
  - NOTA: O plano de execução BIM pré-contratual incide sobre a abordagem que a equipa de desenvolvimento propõe seguir para gerir a informação, assim como sobre a aptidão e a capacidade daquela equipa para gerir informação (ISO 19650-2:2018);
- Plano de trabalhos (do empreendimento) (*resposta à questão 20*): documento que detalha as fases principais na atividade do projetista, os trabalhos de construção e manutenção de um empreendimento e identifica as principais tarefas e pessoas (ISO 19650-2:2018);
- Requisito de informação (*resposta à questão 21*): especificação de “o quê”, “quando”, “como” e “para quem” a informação deverá ser produzida (ISO 19650-1:2018).

#### 4.3.1.2 Gestor de informação (*contributos de respostas para as questões 5 e 6*)

A ISO 19650 parte 2 indica que o dono da obra deve garantir que a gestão da informação seja eficaz ao longo das diversas fases do empreendimento, nomeando, de entre as pessoas pertencentes à sua organização, aquelas que desempenharão, em seu nome, a função de gestão da informação (ISO 19650-2:2018).

Alternativamente, o dono da obra pode contratar uma entidade externa para desempenhar a função de gestão de informação, devendo sempre estabelecer e definir o âmbito dos seus serviços (ISO 19650-1:2018) (ISO 19650-2:2018);

Sugere-se que a nomeação ou contratação do gestor de informação ocorra previamente à elaboração das peças do procedimento concursal de elaboração do projeto.

Propõem-se que o gestor de informação tenha as seguintes atribuições (ISO 19650-2:2018):

- a) Auxiliar o dono da obra na definição do ou dos usos a serem dados ao modelo BIM (*contributos de resposta a questão 13*);
- b) Auxiliar o dono da obra na definição dos níveis de necessidade de informação para os elementos de cada especialidade, isto é, a informação geométrica, a informação alfanumérica e a documentação (*contributos para resposta da questão 13*);
- c) Estabelecer o ambiente comum de dados, tendo em vista a satisfação dos requisitos gerais do projeto e o suporte tecnológico da produção colaborativa de informação;
- d) Gerir o ambiente comum de dados;
- e) Garantir que o modelo de informação, em fase de projeto, satisfaz as necessidades e os requisitos do dono da obra.

Importa referir que o projetista também pode nomear ou contratar um gestor de informação para gerir a informação em seu nome, visto que, o gestor de informação é uma entidade com um elevado nível de conhecimento sobre os modelos BIM, pode auxiliá-lo tanto na gestão da informação, bem como em todo o processo para responder as necessidades do dono obra (*contributos para a resposta 7*) (ISO 19650-1:2018).

#### 4.3.1.3 Ambiente comum de dados

Sugere-se que o ambiente comum de dados esteja em funcionamento antes do lançamento do procedimento pré-contratual de elaboração do projeto. (*contributos de resposta para a questão 11*)

Tendo em conta os níveis de maturidade que a indústria AEC se encontra, o ambiente comum de dados pode não ser materializado numa plataforma digital, mas deverá ser sempre um local único de partilha e recolha de informação.

O ambiente comum de dados deve permitir (ISO 19650-1:2018):

- a) Que cada bloco de informação tenha uma identificação única, baseada numa convenção acordada e documentada, composta por campos separados por um delimitador;
- b) Que a cada campo possa ser atribuído um valor resultante de uma especificação de codificação acordada e documentada;
- c) Que cada bloco de informação tenha os seguintes atributos:
  - (i) Estado (adequação);
  - (ii) Revisão;
  - (iii) Classificação de acordo com o estabelecido nas normas de referência;
- d) A possibilidade de os blocos de informação transitarem de estado;
- e) O registo do nome do utilizador e da data em que foram efetuadas revisões aos blocos de informação que tenham resultado em transições de estado;
- f) Acesso controlado ao nível do bloco de informação.

#### 4.3.1.4 Faseamento de implementação e usos BIM (*contributos de resposta para a Questão 14*)

Como referido no capítulo 3.3, sugere-se que a proposta legislativa sobre o BIM contenha um anexo com um plano de faseamento de implementação do BIM, com usos mínimos e usos recomendáveis referentes a cada fase de implementação do BIM.

Na figura 4.1 apresenta-se uma proposta para o plano de faseamento de implementação do BIM. A proposta apresentada na figura, divide a fase de implementação em 3 fases. Na 1.<sup>a</sup> fase propõe-se o uso de modelos para representação de estruturas, fundações, envolventes, sistemas hidráulicos, de AVAC e elétricos, deteção de interferências, extração de quantidades e exportação de peças gráficas. Na 2.<sup>a</sup> fase propõe-se o uso de modelos BIM para orçamentação e planeamento de obras e obviamente todos os outros usos previstos na fase 1. Relativamente à 3.<sup>a</sup> fase, para além dos usos proposto para as duas fases anteriores, propõe-se que o uso de modelos BIM passe a incluir a manutenção e operacionalização de edifícios (*contributos para a resposta da questão 25*). Para permitir a transição de uma fase de implementação para outra, sugere-se a criação de uma comissão de maturidade de processos BIM constituída por um conjunto de entidades, com conhecimentos especializados no setor da construção e tecnologia BIM. Esta comissão terá a responsabilidade de elaborar relatórios de diagnóstico de transição digital (*contributos para a resposta da questão 15*).

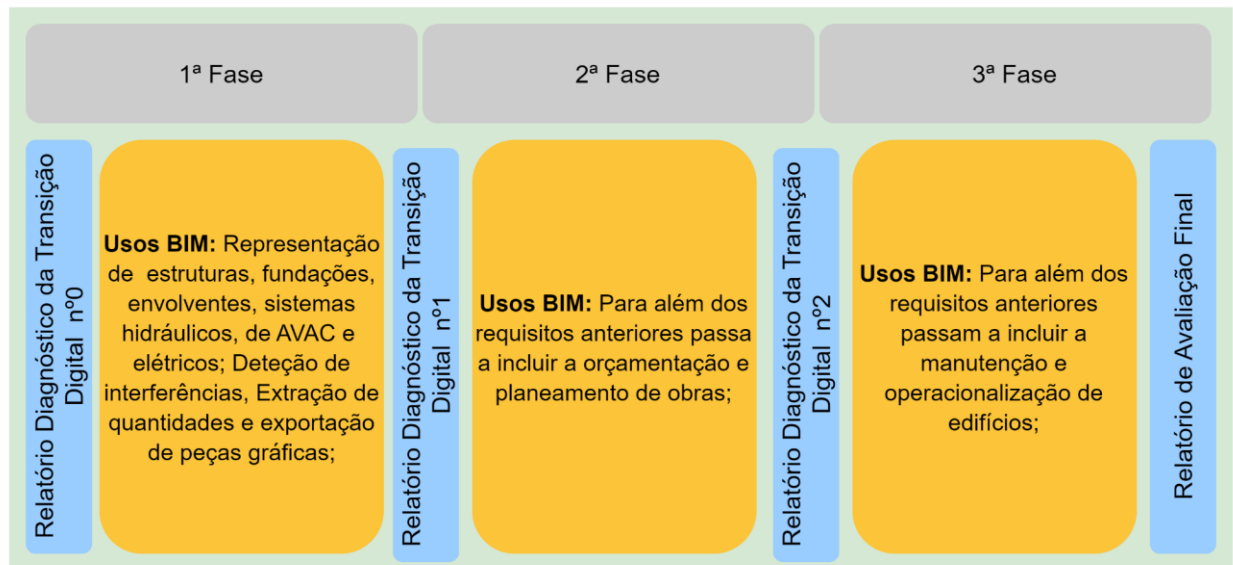


Figura 4.1– Plano de faseamento de implementação do BIM (Costa et al., 2023)

#### 4.3.1.5 Plano de execução BIM (*contributos de resposta para as questões 17 e 18*)

Sugere-se que o projetista elabore uma versão preliminar do plano de execução BIM, que deverá constituir um dos documentos da proposta a ser exigido pelo dono da obra no procedimento pré-contratual de elaboração do projeto. Na fase de contrato sugere-se que o projetista entregue a versão definitiva do BEP.

Com base no estabelecido na ISO 19650 (ISO 19650-2:2018), propõe-se que o plano de execução BIM mencionado no parágrafo anterior contenha a seguinte informação:

- a) Os nomes e os *curricula* profissionais dos técnicos que irão desempenhar a função de gestão da informação em nome do projetista;
- b) A estratégia de entrega de informação do projetista, contendo:
  - i. A abordagem de satisfação dos requisitos de troca de informação estabelecidos pelo dono da obra;
  - ii. Os objetivos e metas para a produção colaborativa de informação;
  - iii. A descrição da estrutura organizacional do projetista;
  - iv. A descrição da composição da equipa do projetista, formada por uma ou mais equipas de trabalho;

- v. A matriz de responsabilidade de alto nível do projetista, identificando a quem compete a elaboração e a disponibilização de cada conteúdo do modelo de informação, assim como o seu teor.
- c) A listagem das aplicações informáticas, dos equipamentos computacionais e das infraestruturas de tecnologia e informação que o projetista pretende adotar.
- d) Os principais riscos envolvidos na implementação do BIM no empreendimento (p.ex. riscos de problemas de interoperabilidade);
- e) O processo de gestão da qualidade que será utilizado pelo projetista;
- f) Os métodos de comunicação e partilha de informação que será usado pelo projetista;
- g) A nomenclatura dos ficheiros que serão entregues ao dono da obra;

#### 4.3.1.6 Programa preliminar (*contributos para a resposta da questão 23*)

Na fase do programa preliminar, com base no estabelecido na ISO 19650 e ISO 17412 (ISO 19650-1:2018) (ISO 19650-2:2018) (ISO 17412-1:2020), sugere-se que o dono da obra, com auxílio do seu gestor de informação, proceda às seguintes ações:

- a) Definir os requisitos de informação do modelo BIM, para que os projetistas possam desenvolver os projetos em consonância com os usos pretendidos para o modelo BIM. Para estabelecer os requisitos de informação do modelo BIM, o dono da obra deve ter em conta:
  - i. O âmbito do projeto;
  - ii. Objetivos da obra;
  - iii. Características gerais da obra;
  - iv. Dados sobre a localização do empreendimento;
  - v. Indicação geral dos prazos para a elaboração do projeto e para a execução da obra;
  - vi. O faseamento da execução do empreendimento;
  - vii. O (s) modelo (s) de contratação pretendido (s);
  - viii. As datas-chave do empreendimento.
- b) Considerar as suas obrigações no desenvolvimento da informação (caso existam), bem como a natureza da informação a ser entregue em cada uma das entidades, e é muito importante que o marco de desenvolvimento de

- informação esteja em concordância com o plano de trabalhos do empreendimento;
- c) Definir, caso existam, os recursos a partilhar pelo dono da obra:
- i. Modelos de resultados de processos (modelos geométricos 2D/3D, documentos, etc.);
  - ii. Bibliotecas estilísticas (linhas, texto e padrões, etc.);
  - iii. Bibliotecas de objetos (símbolos 2D, objetos 3D, etc.).
- d) Definir o protocolo de informação do empreendimento que irá consistir no conjunto de informações, decisões, normas e regras definidas que devem ser seguidas, para isso é importante considerar o seguinte:
- i. A utilização de informação existente do empreendimento;
  - ii. A utilização de recursos partilhados;
  - iii. A utilização de informação durante o projeto, incluindo quaisquer termos de licenciamento associados;
  - iv. A reutilização de informação após o compromisso ou na eventualidade de término;

### **4.3.2 Conteúdos do modelo de informação, em fase de projeto**

#### 4.3.2.1 Fase de projeto (*contributos de resposta para a questão 24*)

Sugere-se que o projeto em BIM desenvolva-se de acordo com as fases a seguir indicadas que têm uma correspondência com as fases definidas na Portaria n.º 255, de 7 de agosto de 2023, podendo, algumas delas, serem dispensadas de apresentação formal, por especificação do caderno de encargos ou acordo entre o dono da obra e o projetista:

a) Programa base

O programa base como referido no capítulo 3.5 é o documento elaborado pelo projetista, que visa dar resposta as questões e necessidades definidas pelo dono da obra no programa preliminar.

Nesta fase sugere-se que o projetista:

- nomeie o gestor de informação, para gerir a informação em seu nome;

- defina a forma de extração de quantidades, explicitando o que poderá ser extraído diretamente do modelo e o que necessitará de cálculos ou rotinas específicas, caracterizando essas rotinas;
- elabore a versão definitiva do plano de execução BIM.

Tendo em conta que o programa base é praticamente o primeiro momento em que o projetista apresenta e propõem soluções ao dono de obra, que podem ser aprovadas ou não, entende-se que a troca de informação nesta fase ainda será em papel. Entretanto, sugere-se que que se mantenha as alíneas a), b), c), d) e), f) presentes no artigo 4.º da Portaria n.º. 255/2023, isto é, os seguintes elementos:

- a) Esquema da obra e programação das diversas operações a realizar, quando aplicável;*
- b) Definição dos critérios gerais de dimensionamento das diferentes partes constitutivas da obra;*
- c) Indicação dos condicionamentos principais relativos à ocupação do terreno, nomeadamente os legais, topográficos, urbanísticos, geotécnicos, ambientais, em particular os térmicos e acústicos;*
- d) Peças escritas e desenhadas e outros elementos informativos necessários para o perfeito esclarecimento do Programa base, no todo ou em qualquer das suas partes, incluindo as que porventura se justifiquem para definir as alternativas de solução propostas pelo projetista e avaliar a sua viabilidade, em função das condições de espaço, técnicas, de custos e de prazos;*
- e) Estimativa geral do custo da obra, tomando em linha de conta os encargos mais significativos com a sua realização e análise comparativa dos custos de manutenção e consumos da obra nas soluções propostas;*
- f) Descrição sumária das opções relacionadas com o comportamento, funcionamento, exploração e conservação da obra;*
- g) Informação sobre a necessidade de obtenção de elementos topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, climáticos, características da componente acústica do ambiente, redes de infraestruturas ou de qualquer outra natureza que interessem à elaboração do projeto, bem como sobre a realização de estudos em modelos, ensaios, maquetes, trabalhos de*

*investigação e quaisquer outras atividades ou formalidades que podem ser exigidas, quer para a elaboração do projeto, quer para a execução da obra.*

b) Estudo prévio

Propõe-se que os elementos do modelo de informação na fase de estudo prévio sejam modelados e representados como um sistema ou objetivo específico, com tamanho, forma, localização e quantidade (LOD300). Relativamente ao LOIN, o modelo de informação deve ser adaptado as necessidades do dono da obra, mas a legislação deve definir LOIN mínimos para as várias especialidades.

O modelo de informação deve permitir realizar a estimativa geral de custos, a análise prospetiva do desempenho térmico e a avaliação da quantidade de trabalho. Tendo em conta que além do modelo 3D, será sempre necessário peças escritas complementares. Neste sentido, sugere-se que sempre que não seja possível a inserção diretamente no modelo de informação da alínea a) do artigo 5.º presente na Portaria n.º 255/2023, este elemento seja colocado no ambiente comum de dados do projeto, no documento Memória Descritiva e Justificativa.

Importa referir que embora o modelo BIM possa substituir todas as peças desenhadas presentes na Portaria n.º 255/2023 e tendo em conta que na fase de estudo prévio o modelo BIM ainda não estará 100% completo, poderá haver sempre a necessidade de o projetista apresentar peças desenhadas sob forma de planta (por exemplo) para que o dono de obra tenha uma compreensão melhor das soluções. Por isso, considera-se que a alínea b) apresentada acima continue a ser exigida sempre que necessário e colocada no CDE do projeto (*contributos para a resposta da questão 26*). Relativamente às restantes alíneas presentes na Portaria n.º 255/2023 para a fase do estudo prévio, já não devem ser consideradas como entregáveis, pois, nesta fase, o modelo de informação já deve permitir a extração automática destes elementos.

Quanto à fase de anteprojecto definida na Portaria n.º 255/2023, importa referir que depois da análise feita à Portaria n.º 255/2023 foi possível verificar que a principal diferença do anteprojecto para o projeto de execução são as escalas. Mas, em BIM as escalas já não são assim tao relevantes (capítulo 3.5), e, além disso, nos últimos anos muitos concursos para a elaboração de projetos, já não têm exigido o anteprojecto. Neste sentido, propõe-se que para efeitos de conteúdos de modelos BIM, a fase de anteprojecto tenha correspondência com a fase de estudo prévio.

c) Projeto de execução

No Projeto de execução sugere-se que os elementos do modelo de informação sejam modelados com nível de detalhe suficiente para a sua construção, ou seja, nesta fase toda a informação que for retirada do modelo deve ser específica e de fácil interpretação por parte dos vários intervenientes na execução da obra.

Quanto às várias peças escritas exigidas na Portaria n.º 255/2023 para a fase do projeto de execução, sempre que não for possível a sua extração direta do modelo de informação, devem ser inseridas no ambiente comum de dados, isto é, os seguintes elementos (*contributos para resposta da questão 26*):

- a) *Memória descritiva e justificativa, incluindo a disposição e descrição geral da obra, evidenciando quando aplicável a justificação da implantação da obra e da sua integração nos condicionamentos locais existentes ou planeados; descrição genérica da solução adotada com vista à satisfação das disposições legais e regulamentares em vigor; indicação das características dos materiais, dos elementos da construção, dos sistemas, equipamentos e redes associadas às Instalações Técnicas;*
- b) *Cálculos relativos às diferentes partes da obra apresentados de modo a definirem, pelo menos, os elementos referidos na regulamentação aplicável a cada tipo de obra e a justificarem as soluções adotadas;*
- c) *Medições e mapas de quantidade de trabalhos, dando a indicação da natureza e da quantidade dos trabalhos necessários para a execução da obra;*
- d) *Orçamento baseado nas quantidades e qualidades de trabalho constantes das medições;*
- e) *Peças desenhadas complementares ao modelo BIM, contendo as indicações numéricas indispensáveis e a representação de todos os pormenores necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra;*
- f) *Condições técnicas, gerais e especiais, do caderno de encargos.*

Apesar de a partir do modelo BIM ser possível extrair de maneira automática várias peças escritas importantes para a execução da obra, considera-se importante que as alíneas (a), b), e) e f)) acima apresentadas continuem a ser exigidas e entregues em papel ou em formato PDF colocadas no CDE. Como exemplo está a memória descritiva e justificativa que, sendo um

elemento indispensável, sempre haverá a necessidade de explicar e justificar detalhadamente por escrito todas as soluções apresentadas.

Relativamente aos cálculos, vários *softwares* de engenharia já apresentam o relatório dos cálculos do projeto e visto que o modelo BIM é um modelo compartilhado que contém a solução de todas as especialidades dentro do mesmo modelo, há a necessidade de os projetistas colocarem toda a informação relativa aos cálculos em PDF no modelo de informação ou no CDE do projeto. Considera-se também que, mesmo com o modelo BIM, sempre haverá a necessidade de elaborar peças desenhadas em 2D de detalhes muito específicos que possam ser complicados de extrair a partir do modelo de informação. As alíneas c) e d) relativas às medições e orçamento, é importante que o modelo de informação nesta fase já permita a extração automática destes elementos. Ainda assim, propõem-se que para além do projetista entregar ao dono de obra o modelo de informação que permita a extração automática destes elementos (medições e orçamentos), também entregue estes elementos em formato PDF anexado ao CDE do projeto.

d) Assistência técnica.

Sugere-se que na fase da assistência técnica, a informação referente às características dos equipamentos, materiais e elementos de construção, que forem aprovados para aplicação em obra pelo dono da obra, pelo seu representante ou pelo projetista, sejam introduzidas pelo empreiteiro no modelo de informação. Propõem-se que as alterações ao projeto, propostas pelo empreiteiro, sejam apreciadas pelo projetista e aprovadas pelo dono da obra, devendo essas alterações serem introduzidas no modelo de informação pelo empreiteiro e validadas pelo projetista. Quanto às alterações ao projeto provenientes do projetista, do dono da obra ou do seu representante, sugerem-se que sejam introduzidas no modelo de informação pelo empreiteiro e validadas pelo autor do projeto. (*contributos de resposta para a questão 30*)

Sugere-se que relativamente à elaboração do modelo AS-BUILT, ou seja, o modelo que representa o edifício tal como foi construído, seja da responsabilidade do empreiteiro, devendo ser objeto de aprovação por parte do projetista (*contributos de resposta para as questões 29, 31 e 32*).

#### 4.3.2.2 Requisitos mínimos para proposta legislativa

Analisando a Portaria 255/2023 verifica-se que sempre que se passa de uma fase de projeto para outra, as escalas mínimas obrigatórias tendem a alterar, ou seja, as escalas representam o nível de detalhe que a Portaria estabelece para as peças desenhadas. Por isso, há detalhes das peças desenhadas que o projetista não coloca em certas fases de projeto porque a escala mínima definida na Portaria n.º 255/2023 não torna possível a apresentação desses detalhes.

Entretanto, como referido anteriormente no capítulo 3.5, em modelos BIM as escalas já não serão um impedimento. No entanto, existe a necessidade de se definir o nível de detalhe dos elementos gráficos do modelo de informação para as diversas fases de projeto. Neste sentido, sugere-se que a legislação estabeleça os LOIN e LOD mínimos para as diversas fases de projeto, tendo em conta os Usos BIM. No quadro 4.1 é possível ver um exemplo da definição de LOIN e LOD mínimos.

<b>USO BIM ARQUITETURA</b>	<b>USO BIM ESTRUTURAS</b>
<i>Programa base</i>	<i>Programa base</i>
Localização relativa	Localização relativa
Quantidade aproximada	Quantidade aproximada
LOD 200	LOD 200
<i>Estudo prévio</i>	<i>Estudo prévio</i>
Localização absoluta	Localização absoluta
Quantidade específica	Quantidade específica
LOD 300	LOD 300
<i>Projeto de execução</i>	<i>Projeto de execução</i>
Localização absoluta	Localização absoluta
Quantidade específica	Quantidade específica
LOD 400	LOD 400

Quadro 4.1 – LOD e LOIN mínimos para as diferentes fases de projeto.

Como pode ser observado no quadro 4.1, à exceção do programa base, propõe-se que os objetos do modelo BIM sejam modelados de forma específica e não aproximada, para que seja possível extrair as suas quantidades, o seu tamanho, a sua forma e a sua localização.

Importa referir que o quadro 4.1 é simplesmente um exemplo, a legislação deve conter um quadro muito mais detalhado que defina claramente os LOIN, LOD e as informações paramétricas de cada um dos objetos afetos a cada uma das especialidades. Por exemplo, deve

especificar claramente qual o nível de detalhe de uma parede nas diversas fases de projeto e quais informações devem estar associadas a este elemento.

#### 4.3.2.3 Processo colaborativo e aprovação do modelo de informação (*contributos para a resposta da questão 27*)

Sugere-se que o modelo de informação, em fase de projeto, seja elaborado pelos projetistas que integram a equipa de projeto, de forma colaborativa, suportada pelo ambiente comum de dados partilhados do projeto (*contributos para a resposta da questão 22*).

Propõe-se que o dono da obra, auxiliado pelo gestor da informação por si nomeado, verifique e aprove os conteúdos colocados do ambiente comum de dados pelo projetista (*contributos para a resposta da questão 8*). Após a aprovação do modelo de informação, em fase de projeto, é importante que o dono da obra assegure o correto arquivo do modelo, devendo estar acessível no ambiente comum de dados para fases posteriores da execução do empreendimento (*contributos de resposta para a questão 28*).

## 4.4 Apresentação da proposta ao meio técnico

A presente dissertação fez parte de uma das linhas de investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e foi inserida no projeto “*Digital Construction Revolution – REV@CONSTRUCTION*”.

No entanto, a partir do projeto em que se insere a presente dissertação, realizou-se no dia 27 de abril de 2023 entre as 15h00 e as 17h um Workshop, em formato webinar com recurso à plataforma *Microsoft Teams*. Estiveram presentes no workshop 45 participantes de diferentes quadrantes do setor AEC, nomeadamente, entidades públicas camararias, representantes de empresas de gestão e desenvolvimento de *softwares*, empreiteiros, projetista e modeladores BIM.

No presente workshop fez-se a apresentação dos conteúdos técnicos em forma de proposta legislativa. As entidades presentes no workshop consideraram prioritários os conteúdos técnicos apresentados, destacaram a importância de se ter estabelecido conteúdos que devem constar no modelo de informação em fase de projeto e se ter indicado os conteúdos da Portaria n.º 701-H (atual Portaria n.º 255/2023) que devem ser mantidos. As entidades também abordaram o tema das responsabilidades do dono de obra na definição clara dos seus requisitos de informação, o que causará grandes reflexos na fase do programa preliminar,

entretanto, confirmou-se a importância de ter se proposto a nomeação de um gestor de informação ainda na fase concursal para apoiar o dono da obra na definição dos requisitos de informação.

Tendo em conta a importância de se definir requisitos mínimos para a elaboração de uma proposta legislativa, nomeadamente, definir LOD, LOIN e informação paramétrica para cada um dos objetos presentes no modelo de informação, confirmou-se que é uma fase mais técnica e que deve ser feita posteriormente. Entretanto, todos os passos previstos nos conteúdos técnicos apresentados na presente dissertação, foram confirmados/validados como corretos e prioritários.

## 5 Considerações finais

### 5.1 Conclusões

Nos últimos anos, o BIM tem sido um dos temas mais abordados no sector AEC nacional e internacional, em virtude de ter potencial para proporcionar inúmeras vantagens quando comparado com os procedimentos tradicionais. A nível internacional tem havido inúmeras iniciativas para a adoção do BIM, desde decretos governamentais, que de certa forma obrigam a utilização do BIM, a *roadmaps* oficiais. Porém, a nível nacional ainda não foi definido nenhum *roadmap* oficial, embora tenha sido criada uma comissão técnica de normalização BIM (CT197) que tem traduzido algumas normas internacionais e produzido guias de implementação BIM.

Mesmo sendo reconhecidas inúmeras vantagens ao BIM, identificadas nos capítulos 2 e 3, várias entidades públicas e privadas do setor AEC nacional identificaram, como principal obstáculo para a implementação do BIM em Portugal, a falta de legislação que aprove o conteúdo obrigatório a constar nos projetos de obras públicas elaborados com recurso a modelos BIM. Faz-se notar que a Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto, recentemente aprovada e que veio substituir a Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho, introduziu pela primeira vez o termo BIM, mas não estabelece ainda os requisitos mínimos que devem constar num projeto desenvolvido em BIM.

Neste sentido, a presente dissertação teve o objetivo de contribuir com conteúdos técnicos dirigidos à definição de procedimentos a adotar na elaboração e no faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM.

Deste modo, fez-se o levantamento do estado da arte para identificar os principais conceitos e conteúdos ligados ao BIM. Fez-se, também, um levantamento da adoção do BIM a nível internacional e identificaram-se as principais normas referentes aos modelos BIM na fase de elaboração de projetos. Após esta identificação, foi possível concluir que a norma ISO 19650 (parte 1 e 2) é a que está mais fortemente consagrada e a que a nível internacional tem sido mais utilizada. Por este facto, fez-se a caracterização dessa norma, com objetivo de se verificar quais são as principais dificuldades que podem ser encontradas na adaptação da mesma ao contexto nacional. Neste sentido, foi possível concluir que esta norma foi baseada na norma de gestão de ativos, sendo que, este condicionamento, acarreta que a terminologia utilizada seja pouco perceptível no enquadramento jurídico nacional.

Na presente dissertação também se apresenta o resultado de uma auscultação feita ao meio técnico nacional, onde foram recolhidas as principais preocupações, desafios e propostas sobre a forma de implementar o BIM em Portugal. As informações recolhidas nesta auscultação serviram de base para delinear a proposta apresentada na presente dissertação.

Procedeu-se, igualmente, a uma análise do impacto do BIM nos procedimentos atuais de elaboração de projetos. Esta análise permitiu concluir que um dos principais impactos do BIM é o surgimento de novos perfis de profissionais e a mudança, de um modo geral, na forma de trabalhar. Tal deverá ter reflexos na legislação atual aplicada à construção.

No final desta dissertação, apresenta-se uma série de conteúdos técnicos que se propõe virem a ser contemplados aquando da redação de uma proposta legislativa que contemple os procedimentos a adotar na elaboração e no faseamento de projetos de obras públicas com recurso a modelos BIM. Para tal, a partir do que se encontra consagrado na Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto, procedeu-se à definição de novos conteúdos específicos de modelos BIM e à identificação dos conteúdos daquela Portaria que devem continuar a ser exigidos.

Tendo por base a norma ISO 19650 (parte 1 e parte 2) foram considerados os conteúdos estabelecidos para os modelos BIM e os processos colaborativos de elaboração, verificação e aprovação de projetos definidos na norma. O papel e as funções do gestor de informação BIM, igualmente definidos nesta norma internacional, também foram adaptados de modo a serem aplicados aos projetos de obras públicas em Portugal. Importa, ainda, referir que a nomenclatura utilizada foi a mais próxima possível da já existente no quadro legislativo nacional.

Em síntese e em forma de balanço, considera-se que foram alcançados os objetivos definidos inicialmente para esta dissertação. Considera-se também ser relevante de assinalar a disseminação já iniciada do conhecimento, através da apresentação de uma comunicação em conferência nacional (Escoval et al., 2022) e da redação de dois artigos em revista (Martins et al., 2022) (Rocha et al., 2022).

## **5.2 Trabalhos futuros**

Ao longo da elaboração da presente dissertação, foi possível identificar novos pontos de investigação, que podem ser de grande interesse, não apenas do ponto de vista científico, mas também para o meio técnico nacional, designadamente os seguintes:

- Identificação de requisitos mínimos a adotar na elaboração de projetos com recurso a modelos BIM, através da elaboração e definição de uma *framework* onde se estabeleçam os LOIN, os LOD e as informações paramétricas de cada um dos objetos afetos a cada uma das especialidades de projeto e elementos de construção;
- Elaboração da tradução da norma ISO 19650, que contenha uma nomenclatura próxima à utilizada no meio técnico nacional e que, sempre que possível, mantenha a filosofia original da norma;
- Elaboração de uma proposta de atualização da Lei n.º 40/2015, de 1 de junho, que estabelece a qualificação profissional exigível aos técnicos responsáveis pela elaboração e subscrição de projetos, de forma a incluir os novos intervenientes no BIM e especificar as qualificações mínimas de cada um;
- Definição de um plano de faseamento de implementação dos usos BIM, que siga a evolução do nível de maturidade BIM no setor AEC nacional;
- Elaboração de uma proposta de normalização e adaptação dos regulamentos municipais para efeitos de projeto e licenciamento de modelos BIM;
- Elaboração de uma proposta de adaptação/atualização da Portaria n.º 959/2009, de 21 de agosto, relativa aos formulários de cadernos de encargos de contratos de empreitadas de obras públicas, de forma a contemplar os intervenientes, os processos, as funções e as responsabilidades resultantes da utilização de modelos BIM.



## Bibliografia

- Arayici, Y., Counsell, J., Mahdjoubi, L., Nagy, G., Hawas, S., & Dewidar, K. (2017). Heritage building information modelling. In *Heritage Building Information Modelling*. <https://doi.org/10.4324/9781315628011>
- Azenha, M., Vieira, L., Mateus, R., & Carvalho, M. (2022). *O BIM como uma das soluções para melhorar o licenciamento urbanístico*. 1–24.
- Baldwin. (2022). *PLAN*. From LOD to LOIN. <https://en.plan.one/blog-en/from-lod-to-loin/>
- Barbosa D, Gomes E, Fermino H, Morais I, Simoes J, & Vieira V. (2021). *Construção Modular Em Estrutura Metálica Com Adequação Ao Bim 10D*.
- Barbosa, M. de C. J. (2018). *As-built building information modeling (BIM) workflows*. <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/16380>
- Bedrick, J., Ikerd, W., & Reinhardt, J. (2021). Level of Development (LOD) Specification For Building Information Models Part I, Guide, & Commentary. *Bim Forum, December*, 1–275. [www.bimforum.org/lod](http://www.bimforum.org/lod)
- Bouška, R. (2016). Evaluation of Maturity of BIM Tools across Different Software Platforms. *Procedia Engineering*, 164(June), 481–486. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.648>
- Castainghristoph, C. (2018). from a project management perspective Table of Contents. *EFCA BIM and ISO 19650 from a Project Management Perspective*, 1(1). [https://www.frinet.dk/media/1307/381783\\_efca\\_flipbook\\_bim\\_fri.pdf](https://www.frinet.dk/media/1307/381783_efca_flipbook_bim_fri.pdf)
- Costa, A. A. (2018). BIM e a Digitalização da Construção e das Infraestruturas. *Plataforma Portugal Indústria 4.0, Grupo de Trabalho BIM: Construção e Infraestruturas. Conferência Construção 4.0 Do Projetista Ao Construtor e Ao Jurista*, 20, 1–54. <https://cotecportugal.pt/pt/courses/bim-e-a-digitalizacao-da-construcao-e-das-infraestruturas/>
- Costa, A. A., Escovalo, V., Arantes, A., Martins, P. L., Rocha, A. C., Vasconcelos, A. B., Martins, J. P., & Sousa, L. J. (2023). *Relatório do Plano de Apoio à Obrigatoriedade Faseada do BIM em Portugal - PLAN4Digital*. [www.revconstruction.pt](http://www.revconstruction.pt)
- Czmoch, I., & Pękala, A. (2014). Traditional design versus BIM based design. *Procedia Engineering*, 91(TFoCE), 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.048>
- Dakhil, A. J. (2017). *Building Information Modelling ( BIM ) maturity - benefits assessment relationship framework for UK construction clients*. June, 16–28.

[http://usir.salford.ac.uk/42554/1/E\\_\\_Ammar Thesis final version2.pdf](http://usir.salford.ac.uk/42554/1/E__Ammar Thesis final version2.pdf)

- Daniel, F. (2013). BIM manager.pdf. In *Qatar BIM Userday* (p. 20).
- Di Biccari, C., Calcerano, F., D’Uffizi, F., Esposito, A., Campari, M., & Gigliarelli, E. (2022). Building information modeling and building performance simulation interoperability: State-of-the-art and trends in current literature. *Advanced Engineering Informatics*, 54(October), 101753. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101753>
- Diretiva 2014/24/UE. (2014). Diretiva 2014/24/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 26 de fevereiro de 2014 relativa aos contratos públicos e que revoga a Diretiva 2004/18/CE. *Jornal Oficial Da União Europeia*, 2014(2), 65–242.
- El Sibaii, M., Miranda, L., Granja, J., & Azenha, M. (2021). *Regras de modelação de objetos BIM*. 23.
- Emunds, C., Pauen, N., Richter, V., Frisch, J., & van Treeck, C. (2022). SpaRSE-BIM: Classification of IFC-based geometry via sparse convolutional neural networks. *Advanced Engineering Informatics*, 53(April), 101641. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101641>
- EN 17412-1:2020 (E). (2020). *Norma Europeia Norme Européenne Europäische Norm*.
- Escovaló, V., Vasconcelos, A., Cabaço, A. ., Costa, A., Martins, J., Rocha, A., & Jacques de Sousa, L. (2022). *Enquadramento legal do BIM em Portugal: Dificuldades na elaboração de uma proposta legislativa*. <https://hdl.handle.net/10216/146545>
- Esser, S., Vilgertshofer, S., & Borrmann, A. (2023). Version control for asynchronous BIM collaboration: Model merging through graph analysis and transformation. *Automation in Construction*, 155(April), 105063. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105063>
- Fhwa. (2020). *Tech Brief THE DIMENSIONS OF BIM FOR INFRASTRUCTURE BACKGROUND*.
- Grytting, I., Svalestuen, F., Lohne, J., Sommerseth, H., Augdal, S., & Lædre, O. (2017). Use of LoD Decision Plan in BIM-projects. *Procedia Engineering*, 196(June), 407–414. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.217>
- GSA.gov. (2022). *U.S. General Services Administration. BIM Execution Plan*. <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-software-guidelines/document-guides/bim-execution-plan>
- Gustavsson, T. K. (2018). Liminal roles in construction project practice: exploring change through the roles of partnering manager, building logistic specialist and BIM coordinator. *Construction Management and Economics*, 36(11), 599–610. <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1464197>

- IMPIC. (2021). *CCP-consolidado-IMPIC-após-lei-30-2021*. 1–206.
- ISO 19650-1, (ISO. (2018). *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* COPYRIGHT PROTECTED DOCUME.
- ISO 19650-2. (2018). *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)-Information management using building information modelling-Part 2: Delivery phase of the assets*.  
www.iso.org
- Kiczak, A. P. (2020). Guidelines for preparation of OIR (Organizational Information Requirements) document for Miastoprojekt Wrocław following ISO 19650. *Politecnico Di Milano*.
- Laurinavičiūtė, R., & Tupėnaitė, L. (2018). *Civil engineering Statybos inžinerija*. 10, 1–9.
- Lavanguardia. (2016). La patronal de ingeniería promueve la implantación del BIM en España. *Lavanguardia* *Sociedade*.  
<https://www.lavanguardia.com/vida/20161019/411120474008/la-patronal-de-ingenieria-promueve-la-implantacion-del-bim-en-espana.html>
- Lu, W., Chen, K., Wang, J., & Xue, F. (2017). *Developing an Open Access BIM Objects Library: A Hong Kong Study*. July, 407–414. <https://doi.org/10.24928/jc3-2017/0254>
- Martins, J. P., Cabaço, A., Vasconcelos, A. B., Jacques, L., Escovalo, V., Rocha, A., & Martins, P. L. (2022). Plan4digital – Plano de transição digital para a Indústria da Construção: modelo de maturidade e medidas prioritárias. *Construção Magazine Nº111 Set/out 2022*,.  
<https://hdl.handle.net/10216/146565>
- Ministry of Business, I. & E. (2019). *Building Information Modelling ( BIM ) Construction Procurement Guildines*. October, 19.
- Nederveen et all. (1992). Modelling multiple views on buildings. *Automation in Construction*.  
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)
- Nunes, G. H., & Leão, M. (2018). Revista de Engenharia Civil Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. *Revista de Engenharia Civil*, 55, 47–61. <http://www.civil.uminho.pt/revista>
- Nunes, H. M. (2016). *Sistemas de classificação de informação da construção*. 1–122.
- PINTO, P. P. F. D. (2019). A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso. *Dissertação (Mestre Em Arquitetura e Urbanismo)*, 180.

<https://repositorio.unb.br/handle/10482/35215>

- Renzi, E., & Trifarò, C. A. (2022). Knowledge and Digitalization: a way to improve safety of Road and Highway Infrastructures. *Procedia Structural Integrity*, 44(2022), 1228–1235. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.01.158>
- Rocha, A., Martins, J. P., Jacques, L., Cabaço, A., Escoval, V., Vasconcelos, A. B., & Costa, A. A. (2022). A Digitalização na Construção. (DECIVIL Revista). *Medidas Prioritárias Para a Digitalização Do Setor Da Construção*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10216/144578>
- Sabol, L. A. (2018). Building information modeling. In *Technology for Facility Managers: The Impact of Cutting-Edge Technology on Facility Management*. <https://doi.org/10.1002/9781119572626.ch2>
- Sampaio, A. Z. (2021). Project management in office: BIM implementation. *Procedia Computer Science*, 196, 840–847. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.083>
- Santos, M., Vieira, L., Granja, J., Magalhães, T., Mateus, R., Carvalho, M., & Azenha, M. (2022). Automatização parcial da verificação regulamentar de projetos de edificação para efeitos de licenciamento urbanístico: Proposta, implementação e aplicação piloto. 4º Congresso Português de 'Building Information Modelling' Vol. 2 - PtBIM, 233–244. <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.20>
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M., & Adriaanse, A. (2021). Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), 236–257. <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2>
- Smith, P. (2014). BIM implementation - Global strategies. *Procedia Engineering*, 85, 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.575>
- Succar, B. (2020). 211in Model Uses Table. *Zenodo*, 1.26, 7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3563403%0Ahttps://bimexcellence.org/wp-content/uploads/201in-Competency-Table.pdf>
- Succar, B., Kassem, M., Succar, B., and D. N., Kassem, M., Iqbal, N., Kelly, G., Lockley, S., Dawood, N., BuildingSMART, Boton, C., Kubicki, S., Ahmad, M. A., Demian, P., & Price, A. D. F. (2014). The Five Components of BIM Performance Measurement 1. Building Information Modelling: a brief introduction. *Building Design*, 19(September), 287–300. [www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v2/pdf/NBIMS-US2\\_aB.pdf](http://www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v2/pdf/NBIMS-US2_aB.pdf)
- Taborda, P., & Cachadinha, N. (2012). BIM nas obras públicas em Portugal: Condicionantes

- para uma implementação com sucesso. *Congresso Construção 2012*, 1–14.  
<http://run.unl.pt/handle/10362/10012>
- Takashi Kaneta, Shuzo Furusaka, Atsushi Tamura, & Nisi Deng. (2016). Overview of BIM Implementation in Singapore and Japan. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 10(12). <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2016.12.001>
- Trivedi, U. B. (2019). *BIM model-based quantity takeoff: Betterment of cost estimation*. BIM Model-Based Quantity Takeoff: Betterment of Cost Estimation. <https://www.geospatialworld.net/blogs/bim-model-based-quantity-takeoff-betterment-of-cost-estimation/>
- UK BIM Alliance. (2019). Information Management according to BS EN ISO 19650 - Guidance Part 1: Concepts. *UK BIM Alliance, April*, 1–42.
- UK BIM Framework. (2020). Information management according to BS EN ISO 19650 - Guidance Part 2: Processes for Project Delivery. *UK BIM Alliance*, 3, 42. <https://www.ukbimalliance.org/stories/information-management-according-to-bs-en-iso-19650/>
- unitedBim. (2022). *UnitedBIM*. BIM Maturity Levels Explained- Level 0, Level 1, Level 2, Level 3. <https://www.united-bim.com/bim-maturity-levels-explained-level-0-1-2-3/>
- Urbietta, M., Urbietta, M., Laborde, T., Villarreal, G., & Rossi, G. (2023). Generating BIM model from structural and architectural plans using Artificial Intelligence. *Journal of Building Engineering*, 78(August), 107672. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107672>
- Waqar, A., Othman, I., Shafiq, N., Deifalla, A., Ragab, A. E., & Khan, M. (2023). Impediments in BIM implementation for the risk management of tall buildings. *Results in Engineering*, 20(June), 101401. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101401>