

Contributo para a normalização BIM em Portugal

Proposta de adenda de apoio à contratação

Miguel Maria Ribeiro Cordeiro Carvalho Narciso

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador: Professor Doutor António Morais Aguiar da Costa

Júri:

Presidente: Professor Doutor Augusto Martins Gomes

Orientador: Professor Doutor António Morais Aguiar da Costa

Vogal: Professor Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Outubro de 2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o Professor Doutor António Aguiar Costa, a oportunidade que me concedeu e a confiança que depositou em mim, assim como as orientações e os conhecimentos transmitidos que me permitiram evoluir e melhorar o meu trabalho, tendo sido de fulcral importância para o aprimoramento desta dissertação.

Ao arquiteto Olavo Dias do Atelier Difusor de Arquitectura, ao Eng. António Nunes da COBENG e ao Dr. Luís Pinto Soares da SONAE Sierra, pelo interesse e disponibilidade em ajudar na validação do trabalho desenvolvido.

A todos os meus verdadeiros amigos, aos da faculdade e aos de sempre, com quem tive a sorte de partilhar todas as angústias e alegrias ao longo deste percurso.

Aos meus pais, irmãos, avós e a toda a minha família por estarem sempre presentes, por apoiarem incondicionalmente e por me terem proporcionado todas as oportunidades e condições que me permitiram chegar até aqui.

À Carolina pelos conselhos, carinho, preocupação constante, palavras de motivação e por toda a dedicação e disponibilidade.

RESUMO

O BIM traduz-se numa melhoria significativa nos processos de gestão de um empreendimento, com destaque para as fases de projeto e construção, onde se revela uma ferramenta muito útil, por exemplo, na gestão de incompatibilidades entre projetos de diferentes especialidades. Este conceito afirma-se, portanto, como um meio para a melhoria da qualidade e produtividade na construção, tornando a indústria AEC mais competitiva.

Contudo, para a adoção massificada de metodologias e ferramentas BIM, é necessário ter atenção ao trinómio normalização-contratação-implementação, por serem os alicerces fundamentais para a difusão sustentada de práticas BIM. Estes três catalisadores da integração do conceito BIM nos processos tradicionais devem evoluir conjuntamente de um modo estruturado e, se Portugal pretender implementar o BIM no sector, terá necessariamente de criar bases normativas que auxiliem na contratação e conseqüente implementação BIM.

Internacionalmente observam-se diversos países com normas e guias que ajudam as partes interessadas a contratar em BIM, bem como documentos que permitem aos intervenientes situarem-se no seu grau de implementação BIM e perceberem o que é exigido em cada nível de maturidade.

Em Portugal, devido à prematuridade da escassa implementação BIM existente, foi necessário mapear as necessidades tanto na fase de concurso, sugerindo-se a integração de um documento com os requisitos BIM do dono de obra e de uma matriz multicritério para avaliação dos candidatos e propostas, como na fase de adjudicação, para a qual se desenvolveu um modelo de adenda BIM ao contrato de adjudicação, sendo este trabalho integrado no âmbito da Comissão Técnica de Normalização BIM.

Palavras-chave: Building Information Modeling, Indústria AEC, Adenda BIM ao contrato, Contratação BIM, Normalização BIM, Implementação BIM.

ABSTRACT

The BIM concept means a significant improvement in project management processes, with emphasis on design and construction phases, where it's a very useful tool, for instance, in managing conflicts between projects of different specialities. Therefore, BIM stands as an important instrument for improving the quality and productivity in construction, making AEC industry more competitive.

However, for the mass adoption of BIM methodologies, it is necessary to pay attention to standardization-procurement-implementation trinomial because they are fundamental for a sustained diffusion of BIM practices. These three drivers of BIM concept's integration in traditional processes must evolve together in a structured manner and, if Portugal wants to implement BIM in the industry, it will be necessary to create normative bases to assist in the procurement and subsequent implementation of BIM.

Internationally we observe several countries with standards and guidelines that help stakeholders to be engaged to BIM, as well as documents that allow participants to understand their degree of BIM implementation and realize what is required at each maturity level.

In Portugal, due to the prematurity of a few cases of BIM implementation, it was necessary to map the needs not only in the tendering phase, where it is suggested to integrate a document with the owner BIM requirements and a multi-criteria matrix for evaluation of candidates and proposals, but also in the contract phase, for which it was developed a model of a BIM addendum to the contract agreement, which is integrated within the work of BIM Standardization Technical Committee.

Keywords: Building Information Modeling, AEC industry, BIM addendum, BIM procurement, BIM normalization, BIM implementation.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura.....	2
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. Enquadramento histórico e definição BIM.....	5
2.2. Modelo tradicional vs Modelo BIM	6
2.3. Modelos BIM	8
2.4. Interoperabilidade	10
2.4.1. Industry Framework Dictionaries (IFD)	12
2.4.2. Information Delivery Manual (IDM).....	12
2.4.3. Industry Foundation Classes (IFC).....	12
2.5. LOD – Level of Development vs Level of Detail	13
2.6. Benefícios BIM para o dono de obra	15
2.7. Projeto integrado BIM.....	15
3. NORMALIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO BIM	17
3.1. Implementação	17
3.1.1. Maturidade.....	20
3.2. Normalização	25
3.3. Normas e <i>guidelines</i> internacionais	25

3.3.1.	Reino Unido.....	27
3.3.2.	Singapura.....	27
3.3.3.	Estados Unidos da América.....	28
3.4.	BIM em Portugal	29
3.4.1.	CT 197.....	32
4.	CONTRATAÇÃO BIM	35
4.1.	Desafios da contratação	35
4.2.	Fase de concurso.....	37
4.2.1.	Requisitos BIM do dono de obra.....	38
4.2.2.	Avaliação de candidatos e de propostas.....	41
4.3.	Fase de adjudicação	43
4.3.1.	Adenda BIM ao contrato de adjudicação.....	44
4.3.2.	Justificação da adenda BIM ao contrato de adjudicação	51
4.3.2.1.	Disposições gerais	51
4.3.2.2.	Gestor BIM	52
4.3.2.3.	Protocolo.....	53
4.4.	Validação do modelo proposto	59
4.4.1.	Dono de obra.....	59
4.4.2.	Empreiteiro	60
4.4.3.	Projetista	62
5.	CONCLUSÃO.....	65
5.1.	Considerações finais.....	65
5.2.	Limitações.....	65
5.3.	Desenvolvimentos futuros.....	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Volume de negócios por setor de atividade	6
Figura 2 - Investimento em I&D no ano de 2014 em Portugal	7
Figura 3 - Dimensões do modelo BIM	9
Figura 4 - Trinómio base para a interoperabilidade em BIM	11
Figura 5 - O BIM associado a todos os intervenientes do ciclo de vida da construção	16
Figura 6 - Benefícios BIM (em percentagem) mencionados pelas empresas como um dos três mais importantes para a sua organização	19
Figura 7 - Percentagem de empreiteiros com níveis alto/muito alto de implementação BIM	20
Figura 8 - Representação plana da informação	21
Figura 9 - Representação da informação num modelo 3D	21
Figura 10 - Representação de modelos 3D colaborantes	22
Figura 11 - Representação de um modelo BIM integrado	23
Figura 12 - Modelo dos níveis de maturidade BIM no Reino Unido	24
Figura 13 - Edifício da Sede da Vodafone do Porto	30
Figura 14 - Modelo BIM de um edifício em Lisboa	31
Figura 15 - Organização esquemática da Subcomissão 3 – Metodologias BIM	33
Figura 16 - Documentos BIM necessários nas fases de concurso e de adjudicação	36
Figura 17 - Critérios utilizados para avaliação de propostas	37
Figura 18 - Documentos BIM para a fase de concurso	38
Figura 19 - Representação dos 5 usos BIM essenciais	39
Figura 20 - Fases do desenvolvimento de um PEB	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de Desenvolvimento (LOD)	14
Tabela 2 - Normas e diretrizes BIM de alguns países	26
Tabela 3 - Critérios padrão para a definição de requisitos BIM do dono de obra.....	41
Tabela 4 - Exemplo de matriz para avaliação de candidatos.....	42
Tabela 5 - Exemplo de matriz para avaliação de propostas BIM.....	43
Tabela 6 - Exemplos de <i>softwares</i> compatíveis com o formato IFC	57
Tabela 7 - Exemplos de obras recentes da COBENG	61

LISTA DE ACRÓNIMOS

AEC – Arquitetura, engenharia e construção

AIA – *American Institute of Architects*

APMEP – Associação Portuguesa dos Mercados Públicos

BIM – *Building Information Modeling*

CCP – Código dos Contratos Públicos

CEN – *European Committee for Standardization*

CEN/TC 442 – Comité Técnico do CEN

CT197 – Comissão Técnica para a Normalização BIM

DFP - *Department of Finance and Personnel*

EIR – *Employer's Information Requirements*

GTBIM – Grupo de trabalho BIM da PTPC

I&D – Investigação e desenvolvimento

IAI – *International Alliance for Interoperability*

IDM – *Information Delivery Manual*

IFC – *Industry Foundation Classes*

IFD – *Industry Framework Dictionaries*

LOD – Nível de desenvolvimento

NBGO – *National BIM Guide for Owners*

NIBS – *National Institute of Building Sciences*

ONS/IST - Organismo de Normalização Setorial do Instituto Superior Técnico

PIB – Produto Interno Bruto

PTPC – Plataforma Portuguesa Tecnológica da Construção

TCOE – Tecnologia da Construção de Obras de Engenharia

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e motivação

A indústria AEC, por mais resistente que seja em relação à mudança, não pode evitar as tendências dos tempos modernos e, para não perder competitividade, é obrigada a inovar e a recorrer a todas as soluções permitidas pelas novas tecnologias. Assim sendo, é inevitável a crescente digitalização da indústria, recorrendo-se cada vez mais a ferramentas e a metodologias como as que são apresentadas pelo conceito BIM.

O BIM apresenta-se então como uma via para a inovação da indústria AEC, sendo que as suas mais-valias já são utilizadas em alguns países que apostaram na integração de metodologias BIM nos seus processos tradicionais.

No entanto, Portugal ainda tem um longo caminho a percorrer na implementação BIM, na medida em que os poucos casos esporádicos em que se recorreu ao BIM, apesar de serem sempre práticas motivadas e elogiadas, foram insignificantes considerando o tamanho e potencial da indústria em Portugal.

Esta falta de adesão deve-se, em grande medida, à carência em termos de normalização nacional e de guias de boas práticas que apoiem na implementação e na contratação BIM.

Surge assim a motivação de contribuir para normalização BIM em Portugal num contexto de implementação gradual e progressiva do BIM a nível nacional, sendo que esta dissertação se insere na comissão técnica de normalização BIM face a uma necessidade crescente de produção de normas e *guidelines* que possam ser utilizadas pelos diversos agentes envolvidos no projeto e/ou na construção de um empreendimento.

A motivação última deste trabalho é, de facto, propor na perspetiva da contratação uma forma de incluir o BIM no modo de pensar e de fazer de todos os intervenientes.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo contribuir para a normalização BIM em Portugal, com especial foco para a criação de bases que permitam uma contratação que contemple as metodologias e ferramentas BIM em todo o processo.

Em termos concretos, pretende-se, numa primeira fase, mapear e identificar as alterações que a contratação BIM traz a todo o processo tradicional de contratação, tanto na fase de concurso, como na fase de adjudicação de projeto e construção.

Depois, no que diz respeito à fase de adjudicação, tentar-se-á propor um modelo de uma adenda para a contratação BIM, isto é, um documento que sirva de anexo ao contrato tradicional e que vincule contratualmente as partes interessadas no âmbito BIM.

1.3. Metodologia

O método seguido para se atingir os objetivos propostos consistiu em realizar uma análise aprofundada da bibliografia, nomeadamente de casos existentes noutros países em termos de normas e de práticas de implementação BIM que conduzam à contratação em BIM.

Depois dessa análise estruturada, foram identificadas algumas necessidades e desafios BIM em Portugal que levaram à apresentação de uma proposta para um modelo de adenda que apoie a contratação em BIM e para uma consequente explicação desse documento.

Como metodologia de validação, foram ainda realizados inquéritos em forma de entrevista a especialistas da área, de modo a validar o modelo de adenda proposto e a identificar potenciais pontos de melhoria a introduzir.

1.4. Estrutura

Após o presente capítulo da “Introdução”, no qual é feito um pequeno enquadramento desta dissertação, explicitando-se ainda os objetivos a atingir, a metodologia seguida e a estrutura adotada, segue-se o capítulo 2, “Estado de Arte”, que pretende fazer uma revisão bibliográfica de uma forma sucinta, levando a compreender o conceito BIM (o seu funcionamento, as suas vantagens e os seus desafios) e a ficar sensibilizado para a mudança de paradigma na indústria que é necessária em prol da integração de metodologias e ferramentas BIM nos processos tradicionais.

No capítulo 3 “Normalização e implementação BIM”, abordam-se estes dois assuntos que são indissociáveis um do outro e que são essenciais enquanto agentes catalisadores da contratação BIM, passando uma imagem das tendências internacionais e nacionais no que respeita à normalização e implementação BIM.

Depois, passando a informação sobre todo o conceito BIM e consciencializando sobre os níveis de implementação BIM no mundo, bem como das práticas internacionais no âmbito da normalização, remete-se para o capítulo 4 “Contratação BIM”.

Neste capítulo da “Contratação BIM” revelam-se as alterações necessárias na fase de concurso e na fase de adjudicação, de modo a integrar o BIM no processo de contratação. Pretende-se explorar essas alterações trazidas pelo BIM, nomeadamente na fase de adjudicação, para a qual se propõe um modelo de um documento que sirva de adenda aos habituais contratos.

Por fim, apresentam-se as considerações finais deste trabalho no capítulo 5 “Conclusão”, ao serem referidas as limitações do estudo efetuado, evidenciadas as contribuições desta dissertação para a implementação BIM em Portugal e ao sugerirem-se desenvolvimentos futuros no seguimento do trabalho realizado.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Enquadramento histórico e definição BIM

A indústria AEC tem vivido à luz de um paradigma no qual os projetos consistem em representações a duas dimensões em suporte de papel, sendo que muitas vezes um projeto de uma determinada especialidade é feito de uma forma independente e autónoma sem considerar as implicações que terá nas restantes especialidades. Além disso, é frequente a enorme quantidade de informação existente em obra estar mal organizada e perder-se ao longo do decorrer das fases de conceção, construção e exploração.

Numa primeira fase de adaptação aos desenvolvimentos digitais, começou por se recorrer a *software* CAD que contribui em grande medida para tornar o processo do desenho mais fácil e eficiente. Todavia, esta foi uma inovação que só trouxe claros benefícios para os desenhadores, visto que todas as formas de executar obras e todos os processos para, por exemplo, organizar ou cruzar informação continuaram inalteráveis comparativamente aos hábitos tradicionais (DFP, 2015).

Mais recentemente, com a forte evolução de *hardwares* e *softwares* começou a existir um grande potencial tecnológico que se revela principalmente na aptidão de se criar um sistema no qual se privilegia o fluxo de informação entre os diversos intervenientes numa ótica colaborativa de partilha instantânea, na possibilidade de se garantir que não se perde informação e que esta se encontra atualizada e de fácil acesso, sendo que todas as alterações podem ser efetuadas de uma forma expedita e rápida, e na maior capacidade de se fazerem simulações a 3 dimensões que, por sua vez, permitem dar uma ideia mais clara tanto do produto final durante a fase de exploração, como também de todas as etapas da fase de construção. Surge assim o conceito BIM, que se materializa com a convergência destas características acabadas de referir.

O BIM é uma forma fundamentalmente diferente de criar, utilizar e partilhar informação do empreendimento, ao longo de todo o seu ciclo de vida (Eastman et al., 2011). O *National Institute of Building Sciences* tem a visão de que a tecnologia BIM é um processo melhorado de planejar, projetar, construir, usar e manter um empreendimento, novo ou velho, usando um modelo de informação normalizado que contém toda a informação apropriada num formato que possa ser usado durante todo o seu ciclo de vida (NIBS, 2008; Silva, 2013).

É importante manter em mente que o BIM consiste não só numa mudança tecnológica, mas também numa mudança de processos (Eastman et al., 2011). Além disso, é ainda essencial ter em consideração as mudanças sociais provenientes das alterações nos hábitos de trabalho e das formações necessárias para o devido acompanhamento desta renovação do paradigma da indústria AEC. Estão assim encontrados os três pilares fundamentais do BIM: tecnologia, processos e pessoas.

Importa esclarecer que, pela abrangência que o conceito assume, a sua definição pode ser demasiado vaga quando tenta englobar todo o seu significado ou então demasiado limitadora quando pretende transmitir o significado específico que tem para uma das partes interessadas. Refira-se ainda que a palavra *Building*, que em tradução direta significa edifício, apresenta um significado mais amplo no contexto BIM, referindo-se ao empreendimento, quer seja um edifício, uma infraestrutura ou outra construção (Taborda, 2012). Deste modo, compreende-se melhor o quão abrangente é o campo de aplicação BIM.

2.2. Modelo tradicional vs Modelo BIM

A construção é uma das maiores e mais antigas indústrias do mundo, sendo que em Portugal, é uma das principais indústrias a contribuir para o PIB, muito embora tenha perdido a sua preponderância desde 2010 devido aos efeitos da crise no sector (ver Figura 1).

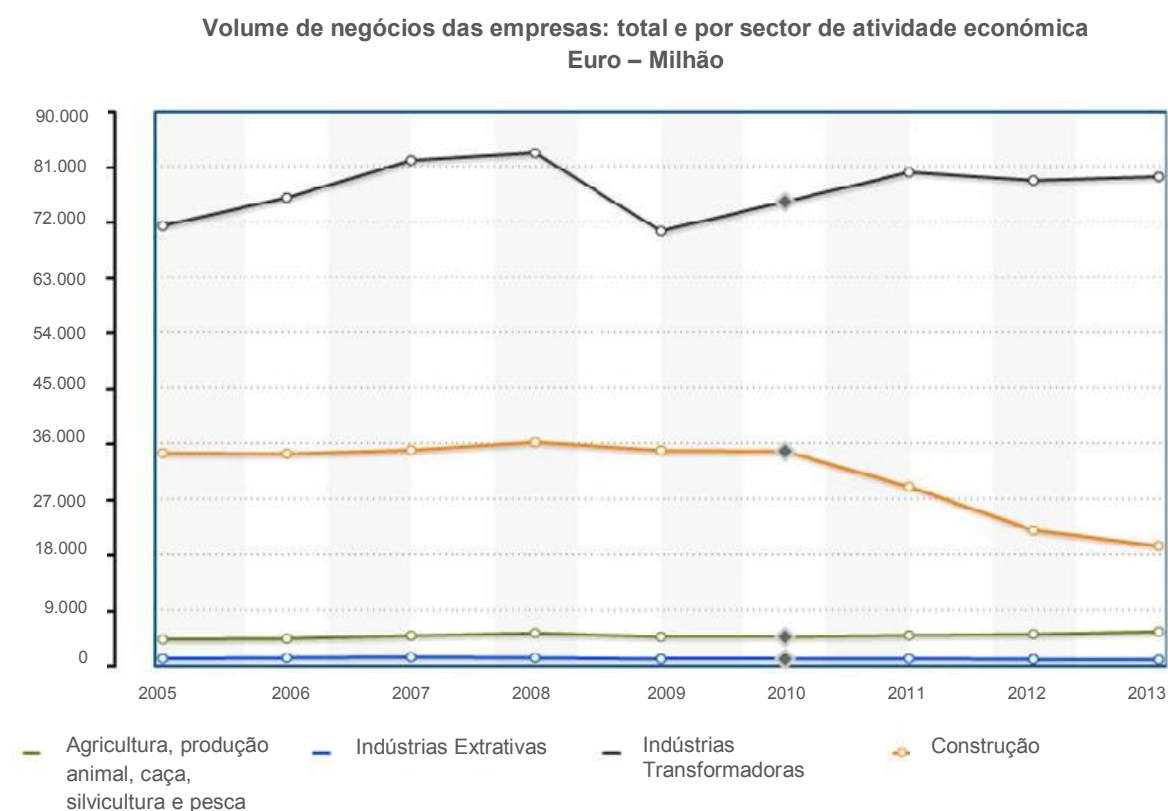


Figura 1 - Volume de negócios por setor de atividade (PORDATA, 2016)

Ora, toda a dinâmica desta indústria que envolve milhões continua a assentar num modelo tradicional que se caracteriza pela segmentação e separação dos trabalhos a realizar e pela falta de estruturação da informação, o que levanta problemas de diversas ordens. Perante estas características é evidente a tendência para a constante falta de comunicação entre os agentes envolvidos, revelando-se alguma consistência num paradigma onde abundam derrapagens nos custos e nos prazos.

Atualmente é incontestável a importância da inovação em prol de uma maior produtividade e eficiência, sendo comum as empresas gastarem quantias consideráveis na pesquisa e desenvolvimento de processos ou produtos mais eficientes. De seguida apresenta-se na Figura 2 o investimento de algumas indústrias em Investigação e Desenvolvimento (I&D) no ano de 2014:

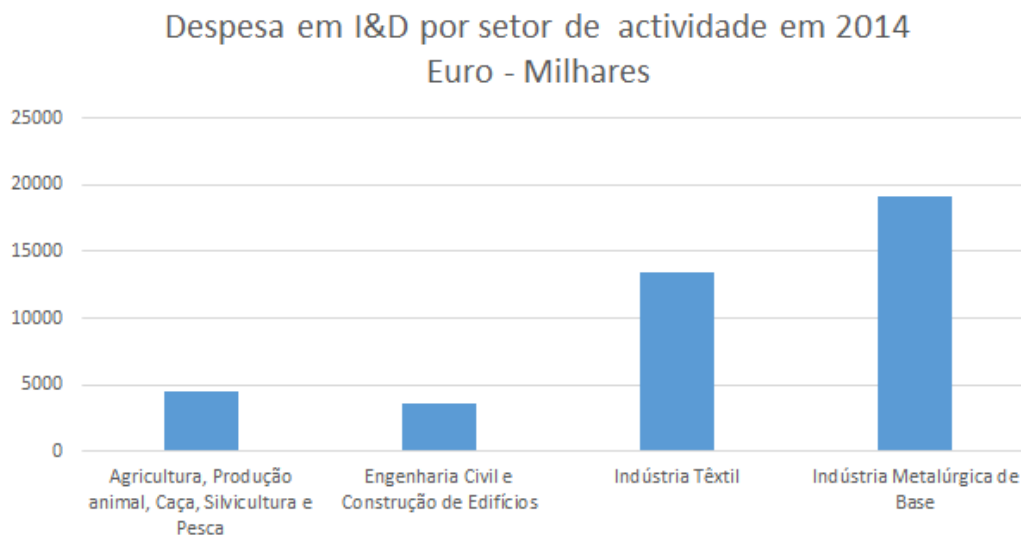


Figura 2 - Investimento em I&D no ano de 2014 em Portugal (DGEEC, 2016)

Como se pode observar, em grande parte das indústrias existe uma tendência generalizada por parte das empresas em acompanharem e se adaptarem à inovação. No entanto, no que diz respeito à construção, pode verificar-se que é bastante relutante em inovar mesmo quando as vantagens são evidentes. Uma prova disso é o facto de ainda hoje em dia a alteração da legislação em vigor continuar a ser o grande catalisador das mudanças na indústria AEC, ou seja, praticamente só existem mudanças quando estas são impostas por lei.

Por sua vez, o recurso a um modelo BIM representa um significativo progresso no que diz respeito à qualidade de todo o processo construtivo, devido ao facto de proporcionar uma melhoria substancial da colaboração entre todos os intervenientes. Esta nova abordagem permite um aumento da definição do projeto, redução de incompatibilidades, erros e omissões e aperfeiçoamento dos processos de planeamento, prazos e orçamentação, sendo estes muito mais rigorosos e fiáveis do que aqueles até aqui usados (Ferreira, 2015). No entanto, tal como o próprio nome sugere, o modelo tradicional é o que costuma ser recorrentemente utilizado por uma indústria que, como se viu, se apresenta maioritariamente resistente à evolução, pelo que a implementação de metodologias BIM implica necessariamente uma mudança no paradigma da construção.

Para a implementação do BIM em larga escala em Portugal, é necessário que aconteça um conjunto diversificado de iniciativas ao longo do tempo, envolvendo os vários atores intervenientes nos projetos de engenharia e construção. Este é um desafio multidimensional, e que exige uma forte

participação e envolvimento inicial dos grandes donos de obra e projetistas especializados, sendo que os grandes donos de obra públicos poderão ter um papel relevante neste processo (Grilo e Valadares Tavares, 2008).

Assim, para se iniciar uma sobreposição do BIM aos métodos tradicionais, torna-se imperativo rever e alterar as bases estruturais e de funcionamento de toda a indústria AEC, de modo a contemplarem ao longo do processo ferramentas e mecanismos que se insiram no conceito BIM.

2.3. Modelos BIM

Como se viu, um dos pilares fundamentais do conceito BIM é a tecnologia e, na componente tecnológica, o modelo BIM assume-se como uma evolução dos modelos construtivos a três dimensões ao associar aos desenhos toda a informação que se quiser e que se considere necessária. Por exemplo, para além da definição da geometria e dos materiais, os modelos BIM têm a capacidade de suportar a análise estrutural e energética, o planeamento do processo construtivo ou a análise de custos (Silva, 2013).

O aumento da complexidade dos projetos exige que também os modelos BIM sejam cada vez mais criteriosos e desenvolvidos, de modo a proporcionar aos utilizadores uma panóplia sucessivamente mais alargada de recursos, com vista à total incorporação do processo construtivo num modelo BIM. Assim, e dada a constante evolução em que os modelos se encontram, vão sendo acrescentadas novas dimensões, pelo que estes são considerados multidimensionais, designando-se modelos “nD” (Ferreira, 2015). Estas designações das diferentes dimensões resultam de convenções e são comuns nos textos profissionais e académicos sobre BIM (Silva, 2013).

Na Figura 3 apresentam-se as várias dimensões que um modelo BIM pode assumir, seguindo-se uma breve explicação de cada uma dessas dimensões.

2D – Desenhos

Os desenhos a duas dimensões são, nos dias que correm, a base e a essência de todo o processo de construção. Tal como já se referiu anteriormente, com as evoluções tecnológicas dos anos 80 começou-se a recorrer a ferramentas CAD que tornaram a execução dos desenhos mais rápida e expedita.

Mesmo não sendo considerado BIM, por não possuírem informação associada e serem apenas linhas de desenho, é importante esta referência pois este foi o passo inicial que aproximou as pessoas da automatização de processos e do trabalho computadorizado, onde se entendeu aos poucos a grande utilidade que as novas tecnologias poderiam introduzir em trabalhos de projeto, que até então eram muito morosos (Baptista, 2015).

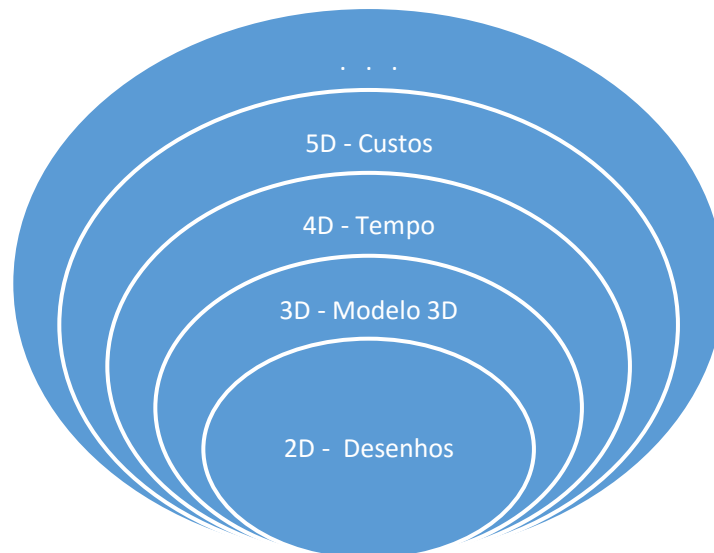


Figura 3 - Dimensões do modelo BIM

3D – Modelo Tridimensional

Também já se referiu que a evolução da tecnologia depressa progrediu para a elaboração de modelos a três dimensões.

Embora o BIM seja frequentemente associado a este tipo de modelos tridimensionais, a verdade é que um modelo 3D *per se* ainda não pode ser considerado um modelo BIM, mais uma vez por não ter qualquer tipo de informação associada. Todavia, entra-se no domínio BIM quando se parametriza e relaciona com os elementos tridimensionais a diversa informação intrínseca a cada objeto.

4D – Tempo

Neste contexto aparece associado às três dimensões do espaço, 3D, o fator tempo integrado no planeamento da obra, que vulgarmente se denomina por 4D e que tem como objetivo o estudo da complementaridade entre as tarefas e escalonamento pretendido com os objetos que constituem o modelo 3D (Baptista, 2015).

Esta quarta dimensão dá a possibilidade aos intervenientes de extraírem informação relativa ao planeamento e visualizarem o progresso de todas as atividades ao longo do processo construtivo. Assim, numa ótica prática, este modelo permite fazer simulações da evolução espacial do empreendimento ao longo do tempo e possibilita uma melhor coordenação dos trabalhos e controlo dos prazos.

5D – Custos

Se ao modelo 4D for incrementado o parâmetro “custos”, alcança-se a quinta dimensão.

O uso de 5D tem como objetivo primordial fazer estimativas orçamentais mais precisas e confiáveis. Os modelos criados fornecem métodos para extrair e analisar custos e também para avaliar diferentes cenários e os impactos das suas alterações. Simultaneamente, esta dimensão fornece o mecanismo que permite perceber onde ocorrem custos significativos e ainda a sua localização na linha temporal (Ferreira, 2015).

6D - Sustentabilidade

Relativamente à dimensão 6D, é de salientar que ainda não há um consenso quanto ao que esta deve representar. Uma primeira abordagem designava o 6D como sendo a gestão das instalações, mas mais recentemente surgiu no seio da comunidade BIM uma discussão relativa a este aspeto que tem por base a opinião de alguns membros que afirmam que o 6D deve ser definido como a sustentabilidade e o 7D como a gestão das instalações (Ferreira, 2015). Esta situação não é essencial para o caso em estudo, contudo, para todos os efeitos, neste documento optou-se por seguir esta última opinião que vê a sexta dimensão como uma forma para a redução global do consumo energético.

Assim, nesta sexta dimensão podem resultar estimativas de energia mais completas e precisas no início do projeto, permitindo também a medição e verificação dos indicadores ambientais durante a construção, bem como uma ferramenta que possibilita uma melhor tomada de decisão em situações com impacto ambiental (HashtagBIM, 2015).

7D – Gestão da infraestrutura

Esta última dimensão assenta na operação e manutenção do empreendimento ao longo do seu tempo de vida útil.

O modelo permite conter todos os dados dos objetos utilizados, tais como, o seu estado, especificações técnicas, garantias, manuais de operação e manutenção, entre outros. Este repositório de informação será útil ao longo de todo o período de exploração do empreendimento, uma vez que, por exemplo, elimina os problemas relativos à perda dos manuais de operação e manutenção dos elementos, e facilita a localização e extração de informação relevante sobre um determinado objeto, com vista à sua reparação ou substituição (Ferreira, 2015).

2.4. Interoperabilidade

Operabilidade é a característica fundamental de ferramentas simples serem utilizadas para se realizar tarefas simples com eficiência. Interoperabilidade é a característica fundamental das ferramentas, concebidas para trabalhar em conjunto como parte integrante dum sistema, para completar tarefas complexas (Matos, 2014), sendo essencial para a produtividade e a competitividade de muitas indústrias porque, para os projetos e sistemas de fabricação serem eficientes, requerem a coordenação de muitos participantes e de processos diferentes que dependem de representações digitais do produto (Madeira, 2011).

O conceito BIM assenta, essencialmente, numa metodologia de partilha da informação entre todos os intervenientes, ao longo das fases do ciclo de vida de um edifício (projeto, construção, manutenção, demolição), nomeadamente entre a arquitetura, as especialidades, os empreiteiros e os donos de obra, materializando-se na existência de um modelo digital tridimensional (Lino, 2012). Nesse sentido, percebe-se que seja fomentada a interoperabilidade no âmbito BIM com o intuito de garantir a correta colaboração de todos os intervenientes e transferências de informação fidedignas.

Assim sendo, no contexto BIM define-se a interoperabilidade como a capacidade de transmitir informação entre sistemas heterogéneos, bem como a capacidade de múltiplos *softwares* trabalharem sincronizadamente e em conjunto (Eastman et al., 2011). Todo este processo de colaboração deve ser fiável e a partilha de dados deve ser recíproca e independente dos *softwares* utilizados, sempre sem perdas de informação.

A interoperabilidade é também vista, além da sua definição tecnológica, como uma filosofia de trabalho entre os diferentes agentes implicados. Mais do que tornar possível a troca de dados entre dois *softwares* distintos, é possível ser descrita como a capacidade de implementar e gerir uma relação de cooperação entre os agentes das diferentes áreas interdisciplinares, criando desta forma um verdadeiro projeto colaborativo e partilhado entre todos (Bernstein et al., 2007; Baptista, 2015).

Em suma, o maior propósito da interoperabilidade é a troca de informação, promovendo a cooperação. Para tal, a *buildingSMART*, que se assume como uma referência mundial para a transformação da indústria AEC através da criação e adoção de diretrizes internacionais abertas, condensa a definição da interoperabilidade do BIM na conjugação de 3 constituintes principais (ver Figura 4): *Industry Framework Dictionaries* (IFD), *Information Delivery Manual* (IDM) e *Industry Foundation Classes* (IFC):

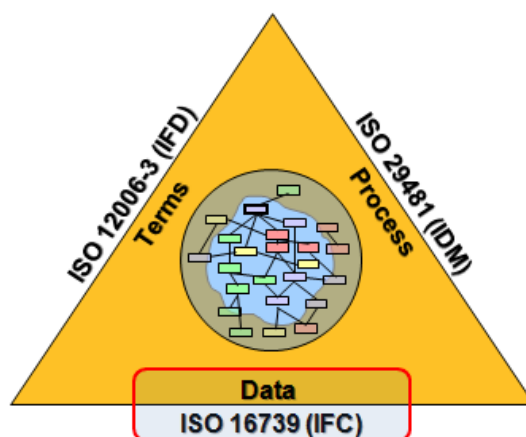


Figura 4 - Trinómio base para a interoperabilidade em BIM (BuildingSMART, 2016)

2.4.1. Industry Framework Dictionaries (IFD)

O IFD é uma definição de terminologias para evitar ambiguidades e incompatibilidades de designação em todo o processo de interoperabilidade (Barbosa, 2014), ou seja, consiste numa norma para as nomenclaturas de uma biblioteca de informação.

Esta conceção toma uma dimensão importante e fulcral na elaboração de projetos internacionais. O IFD disponibiliza o dicionário e a definição de conceitos, permitindo assim a comunicação necessária entre todos os intervenientes do projeto, mesmo que estes sejam de nacionalidades distintas. O âmbito do IFD consiste unicamente em descrever o que são os objetos, quais os seus componentes, propriedades, unidades e valores (Barbosa, 2014).

2.4.2. Information Delivery Manual (IDM)

O IDM é uma norma de processos especificados quando certo tipo de informação é necessário durante a construção de um projeto ou na gestão de um ativo construído. Fornece também especificação detalhada da informação que um determinado utilizador (arquiteto, engenheiro, etc) precisa de fornecer numa determinada altura e agrupa as informações que são necessárias em atividades associadas: estimativa de custos, quantidade de materiais e planeamento de tarefas (Barbosa, 2014).

2.4.3. Industry Foundation Classes (IFC)

Como se viu, na indústria da construção existe a necessidade de uma troca permanente de informação e de documentação entre todos os envolvidos num projeto de construção. Considera-se que a troca de informação seria muito mais conveniente se todos os envolvidos utilizassem os mesmos sistemas. Mas como é natural existem transferências de informação que passam por *softwares* diferentes visto que cada envolvido utiliza o *software* que melhor se adapta às suas necessidades (Matos, 2014).

Dada esta problemática, criou-se o *Industry Foundation Classes*, isto é, um modelo de dados não proprietário, que pretende suportar a interoperabilidade entre sistemas (Ferreira, 2015), apresentando-se como um elo de ligação universal e independente entre programas informáticos diferentes.

Sintetizando, o IFC descreve os objetos, a forma como eles estão conectados e como a informação deve ser trocada e armazenada (Barbosa, 2014). O objetivo é permitir que o BIM se mantenha o mais possível numa base aberta, em que utilizadores a jusante no projeto não dependam do programa que tenha sido usado na sua fase inicial de elaboração (Baptista, 2015).

2.5. LOD – Level of Development vs Level of Detail

É comum criar-se alguma confusão entre estes dois conceitos, razão pela qual se optou por discriminar sucintamente e diferenciar o nível de desenvolvimento do nível de detalhe.

O nível de detalhe define o quão pormenorizada é a modelação dos objetos (Baptista, 2015), ou seja, diz respeito ao grau de pormenorização da representação visual dos elementos modelados.

Por sua vez, o nível de desenvolvimento (doravante também designado LOD) assume-se como um quantificador da informação que é incluída na parametrização de cada elemento do modelo, isto é, cada LOD diz respeito a uma quantidade mínima de informação que o modelo deve ter.

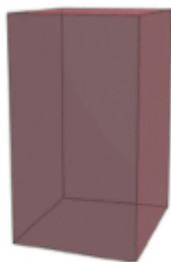
Em suma, o nível de desenvolvimento trata da quantidade de informação que associamos a cada um dos objetos que constituem o modelo criado, sendo tanto maior quanto maior for o número de características neles disponíveis, por exemplo, dados sobre dimensões, testes de qualidade, fabricante, composição, enquanto que o nível de detalhe define o quão pormenorizada é a modelação dos objetos (Reinhardt e Bedrick, 2013; Baptista, 2015).

Ainda no que diz respeito ao nível de desenvolvimento, com o intuito de facilitar o processo colaborativo entre os membros integrantes do processo construtivo, o *American Institute of Architects* decidiu uniformizar a informação mínima requerida consoante o LOD exigido e definiu 5 níveis de desenvolvimento que são apresentados na Tabela 1.

Os níveis de desenvolvimento que se apresentam na Tabela 1 podem também ser relacionados com as diferentes etapas da conceção e utilização de um edifício. Assim sendo, os primeiros três níveis são aplicados à fase de projeto, o seguinte à construção e o último à operação e manutenção do edifício (Silva, 2013; Ferreira, 2015). É compreensível que para um projeto numa fase preliminar, o LOD exigido seja baixo, uma vez que ainda não existem certezas claras, contudo, para que o planeamento possa ser desenvolvido como uma base para a construção, isto é, modelo para projeto de execução, é imprescindível uma modelação de nível médio/alto de desenvolvimento (Baptista, 2015).

Não obstante a importância de se normalizarem os diferentes LOD's para ficar tudo organizado, esta temática ainda tem muito potencial para ser desenvolvida e aperfeiçoada de modo a adaptar-se melhor à realidade prática. Isto porque um determinado projeto pode necessitar que apenas certos elementos tenham um LOD elevado e não faz sentido que todo o projeto tenha de ser desenvolvido em consonância com esse LOD, ou seja, deverá haver flexibilidade para existirem diferentes LOD's num projeto, consoante os usos BIM que se pretendam do modelo. Além disso, a especificação do tipo e profundidade da informação exigida em cada LOD ainda não é clara, sendo necessário um aprimoramento deste assunto que leve a uma óbvia associação do LOD à informação que é exigida.

LOD 100 – Modelo Conceptual (*Conceptual*)



O LOD inicial, LOD 100, refere-se à simples ideia conceptual do modelo, contemplando o tamanho do elemento e a sua forma global.

Este nível é basicamente um estudo geral da volumetria espacial do projeto que permite a determinação de parâmetros como a área, altura, volume, localização e orientação, com a finalidade de estudar a viabilidade e estimativa de custos gerais.

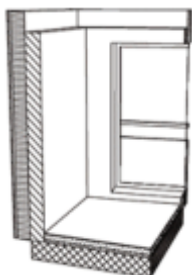
LOD 200 – Modelo de geometria aproximada (*Approximate Geometry*)



No LOD 200 o modelo é um pouco mais desenvolvido. Este pode incluir elementos que permitam uma análise básica do sistema estrutural, uma estimativa de custos através dos elementos não geométricos e, ainda, um planeamento construtivo. Assim, um modelo com este nível de desenvolvimento pode servir para analisar várias soluções construtivas possíveis.

Ainda assim, neste nível os elementos podem não especificar exatamente quais os materiais que os constituem e, no caso de elementos como portas e janelas, podem ainda ser meras aberturas.

LOD 300 – Modelo de geometria mais precisa (*Precise Geometry*)



O LOD 300 acrescenta ao LOD 200 informações mais específicas sobre as quantidades, tamanho, forma, localização e orientação.

Neste nível, a geometria deve estar perfeitamente definida, permitindo a preparação dos documentos tradicionais da construção ao nível do projeto de execução. Este modelo pode ser usado para criar modelos analíticos para o projeto de estruturas, podendo também ser usado como base para a preparação de desenhos para fornecedores, para a compilação de mapas de trabalhos e quantidades e para a estimativa de custos para a construção (Silva, 2013).

LOD 400 – Modelo de fabrico (*Fabrication*)



Tal como no nível anterior, os elementos são precisos em termos de quantidades, dimensões, formas, localização e orientação.

No entanto, neste nível a informação contida nos elementos do modelo deve ser mais detalhada, devendo incluir pormenores relacionados com o seu projeto, montagem e fabricação, bem como outras informações que permitam análises precisas e estimativas de custos rigorosas (Henriques, 2012).

LOD 500 – Telas Finais (*As-Built*)



O LOD 500 pode ser considerado como uma representação digital *as built* da construção. Neste nível de desenvolvimento, todos os elementos e sistemas são modelados de acordo com a construção e precisos em todos os detalhes. Este nível é adequado para operações de utilização e manutenção, para além de ser utilizado quando se pretende realizar representações de alta qualidade. Raramente se atinge este LOD, visto que pode reduzir o desempenho do *software* utilizado.

2.6. Benefícios BIM para o dono de obra

Como já se conseguiu perceber, a correta aplicação de metodologias BIM apresenta uma panóplia de vantagens para todas as partes interessadas. O BIM tem o poder de agilizar o processo de construção, desde a sua fase embrionária, até uma fase mais avançada, em que eventualmente se procede à demolição da obra. Os benefícios relacionados com o fluxo de informação e a coordenação entre intervenientes podem permitir, a quem executa o projeto, obter uma estimativa mais precisa do custo e da duração do projeto de construção, ainda numa fase inicial (Eastman et al., 2008).

Através da capacidade de visualização melhorada das propostas no início do projeto, os modelos 3D permitem um estudo mais aprofundado de todas as soluções alternativas de conceção. Isto possibilita uma melhor avaliação dos espaços e dos acabamentos do próprio edifício, indo mais facilmente ao encontro das expectativas do dono de obra. Assim sendo, os donos de obra e os intervenientes do projeto poderão mais facilmente atingir os objetivos desejados para o empreendimento, através de simulações de todos os detalhes e ajustes que poderão ser feitos em fase de projeto (Grilo e Jardim-Gonçalves, 2009; Taborda, 2012).

O dono de obra também tem muito a ganhar com esta metodologia no que diz respeito à considerável diminuição no número de conflitos entre especialidade e à deteção de erros e omissões que se torna muito mais efetiva e precoce. Assim, reduz-se substancialmente o excesso de custos e de tempo que frequentemente se verifica na resolução destes casos (Eastman et al., 2008; Baptista, 2015).

2.7. Projeto integrado BIM

Como se viu, para além da definição da geometria e dos materiais, os modelos BIM têm a capacidade de suportar a análise estrutural e energética, o planeamento do processo construtivo, a análise de custos, entre outros. Assim, o projeto e a construção de um edifício são um trabalho de equipa que envolve diversas especialidades (Silva, 2013). Todos os responsáveis pelas várias especialidades têm de estar em sintonia e são convidados a contribuir para este processo integrado que se quer colaborativo e que tem o BIM como eixo principal (ver Figura 5).

Reforça-se ainda que os intervenientes do ciclo de construção não trabalham individualmente, tendo com muita frequência que partilhar informação de modo a completar os seus projetos, verificando-se também que a quantidade de informação que tem sido partilhada tem aumentado a um ritmo elevado (Matos, 2014). Nesta lógica, recorda-se mais uma vez a importância do conceito de interoperabilidade enquanto elemento chave para garantir a correta e eficaz integração de todos os intervenientes no projeto.

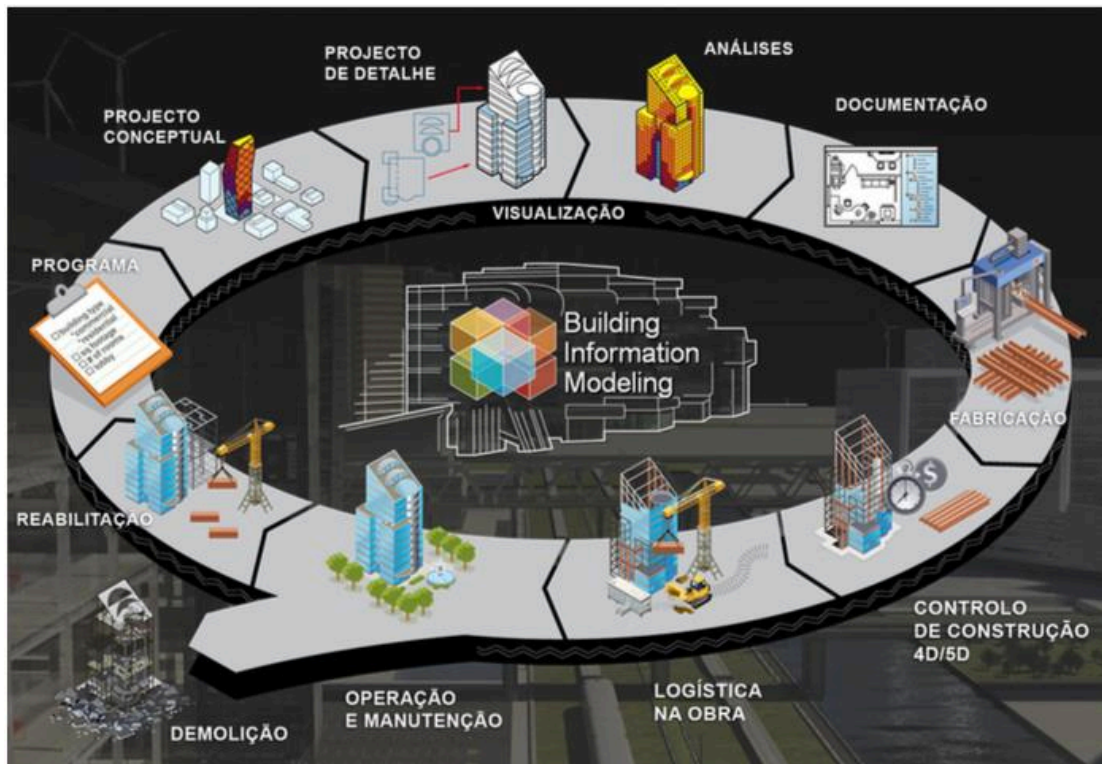


Figura 5 - O BIM associado a todos os intervenientes do ciclo de vida da construção (Autodesk, 2009)

Quanto à informação propriamente dita num modelo BIM, esta encontra-se interligada por via de relações paramétricas, o que significa que as alterações são processadas em tempo real em todo o modelo, evitando a propagação de erros e dinamizando os processos de atualização.

A automatização da produção das peças automáticas de um projeto é uma das grandes mais-valias da modelação BIM, com as peças desenhadas a serem obtidas automaticamente a partir do modelo do edifício. Esta funcionalidade tira partido das relações paramétricas entre os elementos do modelo na medida em que permite trabalhar em qualquer uma das vistas sem a preocupação de ajustar as restantes, cabendo ao programa utilizado executar as alterações automaticamente (Gequaltec, 2011; Silva, 2013).

3. NORMALIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO BIM

Embora o intuito deste trabalho seja contribuir para a normalização BIM em Portugal, torna-se relevante falar da implementação BIM porque uma coisa é indissociável da outra. Nesse sentido, esta dissertação vai colaborar no âmbito da normalização BIM e, conseqüentemente, estará a ajudar para a implementação BIM em Portugal. Posto isto, ambos os conceitos serão abordados neste capítulo de forma a enquadrá-los na realidade portuguesa e estrangeira.

No que diz respeito à realidade internacional, refira-se que é pertinente ter atenção às práticas BIM mais usuais e aos vetores mobilizadores da normalização e implementação BIM nos outros países, em prol do resultado desta dissertação, para que o modelo proposto não crie ruturas e esteja em consonância com aquilo que são as estratégias internacionais de desenvolvimento BIM.

3.1. Implementação

A implementação BIM em organizações e projetos surge como um processo complexo, que deve ser abordado de forma estruturada e sistematizada. As organizações devem ser capazes de mapear processos, identificar trocas de informação, adaptar as suas estruturas organizativas e implementar metodologias e planos de execução BIM integrados. Transversalmente a todos estes desafios surge a necessidade da normalização BIM. Este é um ponto crítico, cuja complexidade exige especial cuidado e para o qual é dado destaque no decorrer desta dissertação (Costa e Antunes, 2016).

As limitações que estão associadas à implementação BIM podem ser divididas em limitações técnicas e contratuais. As limitações de natureza técnica estão relacionadas com a utilização de ferramentas BIM e têm sido gradualmente abordadas pelos produtores de *software*, pelos investigadores e pelas organizações. Todavia, as questões contratuais são as que colocam os maiores desafios à implementação do BIM, visto que não é facilmente exequível uma mudança radical e instantânea de procedimentos e fluxos de comunicação, de responsabilização e de confiança (Lino et al., 2012).

Refira-se ainda que o facto de alguns países, como a Inglaterra, estarem a introduzir uma obrigatoriedade legal no uso da metodologia BIM em projetos públicos poderá criar fortes dificuldades e barreiras à internacionalização das empresas de construção portuguesas, razão pela qual o mercado e o governo deverão dar a máxima importância a este novo paradigma (Costa e Antunes, 2016).

Por outro lado, e tal como já foi abordado, a maioria das ferramentas BIM oferece um conjunto de benefícios de utilização imediatos, que resultam em projetos mais detalhados; na redução de erros, omissões e interferências do projeto; na produção de informação mais automatizada e fiável e numa otimização geral dos custos e prazos na execução de tarefas (Monteiro e Martins, 2011; Poças, 2015).

Nesse sentido, as vantagens intrínsecas à implementação BIM podem, de um modo simplificado, ser agrupadas de acordo com as diversas partes interessadas.

No que diz respeito aos projetistas, podem assumir-se a propagação imediata de alterações no projeto, a facilidade do estudo de alternativas, a identificação atempada e respetiva resolução de incompatibilidades de planeamento e de construção, a maior precisão das medições e estimativas orçamentais devido à extração automática de mapas de quantidades, a simplificação do processo de entrega de documentos e a redução das ordens de alteração.

No que refere aos empreiteiros, pode verificar-se a melhoria da análise da viabilidade construtiva, a deteção precoce de incompatibilidades, o contributo para a resolução de conflitos, a clara e exaustiva identificação de erros e omissões na revisão e coordenação dos projetos e a compreensão mais intuitiva de todo o projeto através da sua visualização.

Quanto aos donos de obra, no capítulo anterior já foram elucidadas algumas vantagens, contudo, reforça-se a ideia que a utilização de ferramentas BIM lhes permite suportar a sua decisão com diferentes cenários virtuais do projeto, reduzir prazos mesmo com um maior número de processos simultâneos, manter a representação digital das características físicas e funcionais do edifício, manter um histórico de informação para avaliação de tendências e de análises de custo que auxiliem a gestão financeira e garante um modelo disponível para todas as operações ao longo do ciclo de vida, nomeadamente para a manutenção (Ribeiro et al., 2014).

Como prova das reais vantagens que as empresas sentem aquando da implementação BIM na sua estrutura, apresenta-se a Figura 6 que retrata os resultados de um estudo realizado pela *McGraw Hill Construction*, em 2013, no qual foi pedido às empresas que se manifestassem sobre o conjunto dos três maiores benefícios adquiridos com a implementação de metodologias BIM na instituição:

Benefícios BIM (em %) mencionados pelas empresas como um dos três mais importantes para a sua organização



Figura 6 - Benefícios BIM (em percentagem) mencionados pelas empresas como um dos três mais importantes para a sua organização (adaptado de McGraw Hill Construction, 2014; Poças, 2015)

Ora, pelos resultados deste estudo, verifica-se que a redução do número de erros e omissões ao longo de todo o processo de projeto e construção é o benefício mais valorizado pelas empresas. Além disso, as instituições que implementaram o recurso a metodologias BIM reconhecem a existência de uma maior e melhor colaboração entre as partes interessadas, principalmente entre os donos de obra e os projetistas, a valorização e melhoria da imagem da empresa e o contributo que o BIM deu ao fomentar uma redução no número de tarefas desnecessariamente repetidas.

Segundo Ana Poças, o BIM proporciona uma otimização de todo o processo construtivo, aumentando a produtividade das empresas que o implementam. A autora refere ainda que, segundo alguns estudos, os benefícios sentidos em projeto são mais de ordem funcional, o que se traduz numa maior qualidade e rapidez, enquanto na fase de execução, os benefícios se traduzem em ganhos concretos com a redução de prazos e custos. Dados todos estes benefícios, a metodologia BIM tem sido promovida como uma alternativa eficaz na redução do desperdício e aumento da eficiência nas empresas de construção (Poças, 2015).

Para uma melhor perceção da evolução da implementação de tecnologias e processos BIM no mundo, veja-se a Figura 7 baseada numa pesquisa levada a cabo pela *McGraw Hill SmartMarket*, apresentando o número (em percentagem) de empresas que realizam empreitadas e que têm um nível considerado elevado neste âmbito da implementação BIM.

Percentagem de Empresas com um Nível de Implementação do BIM Alto/Muito Alto (Por País)

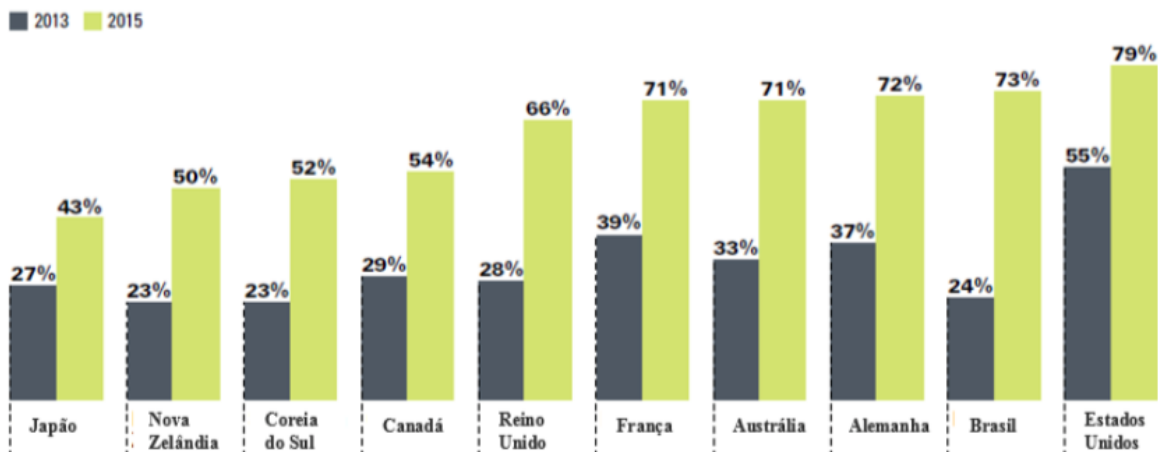


Figura 7 - Percentagem de empreiteiros com níveis alto/muito alto de implementação BIM (adaptado de McGraw Hill SmartMarket, 2014; Poças, 2015)

Pela análise aos dados da Figura 7, atesta-se que os Estados Unidos da América se encontram na vanguarda da implementação de metodologias BIM.

Além disso, evidencie-se a evolução da implementação BIM no Brasil que subiu quarenta e nove pontos percentuais em apenas dois anos. Contudo, o tamanho da sua indústria tem sido um obstáculo à aceitação global da mudança. Em contraste, a Finlândia, com uma indústria construtiva de tamanho inferior, é, atualmente, o país mais avançado relativamente à implementação do BIM, utilizando-o em projetos de pequena e grande escala. Existe, no entanto, uma tendência do BIM ser utilizado preferencialmente em projetos de grande escala (Sá, 2014).

3.1.1. Maturidade

A clara definição dos diversos níveis de maturidade é fundamental para que se consigam implementar as metodologias e as ferramentas BIM de uma forma eficiente nas diversas organizações. Com o esclarecimento dos níveis de maturidade, torna-se possível para as partes interessadas conseguirem-se posicionar no seu nível de maturidade atual e terem uma noção evidente das atividades e procedimentos que devem seguir no seu processo de implementação BIM.

Para o efeito considera-se a existência de um nível preliminar de três níveis de maturidade:

- Nível 0: Pré-BIM
- Nível 1: Modelação
- Nível 2: Colaboração
- Nível 3: Integração

Nível 0: Pré-BIM

O nível preliminar de maturidade BIM caracteriza-se essencialmente pela representação da informação em 2D. À semelhança do que, regra geral, é utilizado pela grande parte das empresas na indústria AEC, a base de informação do projeto encontra-se expressada em diferentes representações planas que induzem a uma interpretação do modelo (ver Figura 8), sendo que este poderá existir, mas apenas formado pela conjugação dessas mesmas representações.

Toda a informação neste nível é criada e apresentada de uma forma independente, requerendo a interpretação das pessoas que a estão a consultar ou utilizar (Pontes, 2016).



Figura 8 - Representação plana da informação (Succar, 2009)

Nível 1: Modelação

A primeira etapa da implementação BIM é denominada de modelação e baseia-se em modelos BIM essencialmente 3D (ver Figura 9) que são utilizados para gerar e coordenar automaticamente documentação 2D e visualizações a três dimensões.



Figura 9 - Representação da informação num modelo 3D (Succar, 2009)

Alguns modelos podem até incluir alguma informação paramétrica, mas a partilha de informação num determinado instante é apenas unidirecional. Contudo, este primeiro contacto com atributos paramétricos permite aos intervenientes ter uma primeira interação com as potencialidades da metodologia BIM, motivando-os a seguirem para o próximo nível de maturidade.

Nível 2: Colaboração

O segundo nível de maturidade consiste na colaboração baseada em modelos, na qual os vários intervenientes colaboram ativamente entre si. A troca de informação é, portanto, bilateral e, por isso, é aconselhável os agentes envolvidos no BIM trabalharem no mesmo *software* ou em *softwares* que suportem um modelo de dados não proprietário, como é o caso do IFC que foi apresentado no capítulo anterior.

Assim sendo, o âmbito deste nível 2 baseia-se na fomentação da interoperabilidade, ou seja, consiste em ter as diferentes especialidades em permanente colaboração, partilhando constantemente os seus modelos e a respetiva informação (ver Figura 10).

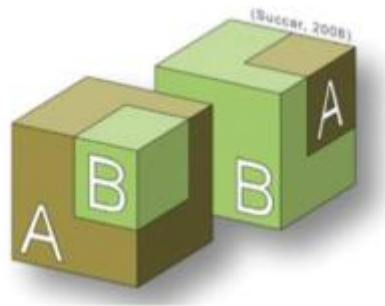


Figura 10 - Representação de modelos 3D colaborantes (Succar, 2009)

Evidencie-se que é também neste nível de maturidade colaborativo que se consegue associar ao modelo 3D as “n” dimensões do empreendimento.

Enquanto que até ao nível de maturidade anterior, informações como custo, gestão de recursos, tempo de execução, sustentabilidade, gestão do empreendimento, etc., eram dados que estavam associados unicamente aos modelos individuais das especialidades e, conseqüentemente, essa informação era apresentada em separado do modelo e sujeita à associação e interpretação das pessoas que estivessem a ver os modelos, com a colaboração surge a necessidade desta informação estar intrinsecamente ligada entre os modelos, facilitando assim a leitura e o trabalho de todas as partes interessadas (Pontes, 2016).

Nível 3: Integração

Depois de se implementar com sucesso a colaboração enquanto prática corrente de uma organização, o último ponto necessário para a completa adoção do conceito BIM reside na integração da informação de um modo constante e conciso, abrangendo idealmente todos os intervenientes e ao longo do ciclo de vida do empreendimento (Pontes, 2016).

É neste nível que se trabalha colaborativamente num verdadeiro projeto integrado BIM, tal e qual como se explicou no passado capítulo “2.2. *Projeto integrado BIM*”. A ideia desta terceira fase de maturidade da implementação BIM, consiste numa integração baseada em redes, na qual todos os intervenientes trabalham colaborativamente no mesmo modelo, criando, partilhando e mantendo toda a informação que lhes diz respeito e cruzando esses dados em tempo real com a informação das outras especialidades (ver Figura 11).

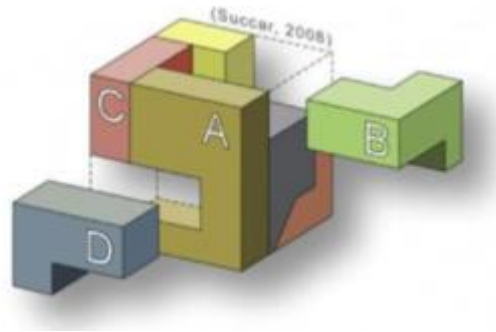


Figura 11 - Representação de um modelo BIM integrado (Succar, 2009)

Este é o nível de maturidade que confere ao conceito BIM grande parte da sua popularidade, na medida em que permite controlar as comuns derrapagens de prazos e custos ao possibilitar a identificação precoce de potenciais conflitos entre especialidades.

A integração referida é conseguida através da permanência do modelo num servidor central, ao qual todos os intervenientes têm acesso, contribuindo assim para um modelo de dados único, amplo e partilhado.

Por fim, refira-se que devem ser repensadas as relações contratuais entre todos os intervenientes, bem como as responsabilidades, os riscos e os processos, de forma a alcançar-se e a permanecer-se com estabilidade neste nível de maturidade (Succar, 2009).

Apresentados sumariamente os diferentes níveis, refira-se que, no caso específico do Reino Unido, foi criado um modelo de diferenciação dos vários níveis de maturidade (Ver Figura 12), reconhecendo-se a variação da experiência e do nível de conhecimento em BIM dos agentes envolvidos. Ou seja, foi “medido o pulso” aos níveis de maturidade BIM possíveis, consoante a capacidade de resposta de todas as partes interessadas, e foi criado um esquema que expõe os resultados dessa análise e que define os diferentes níveis de maturidade.

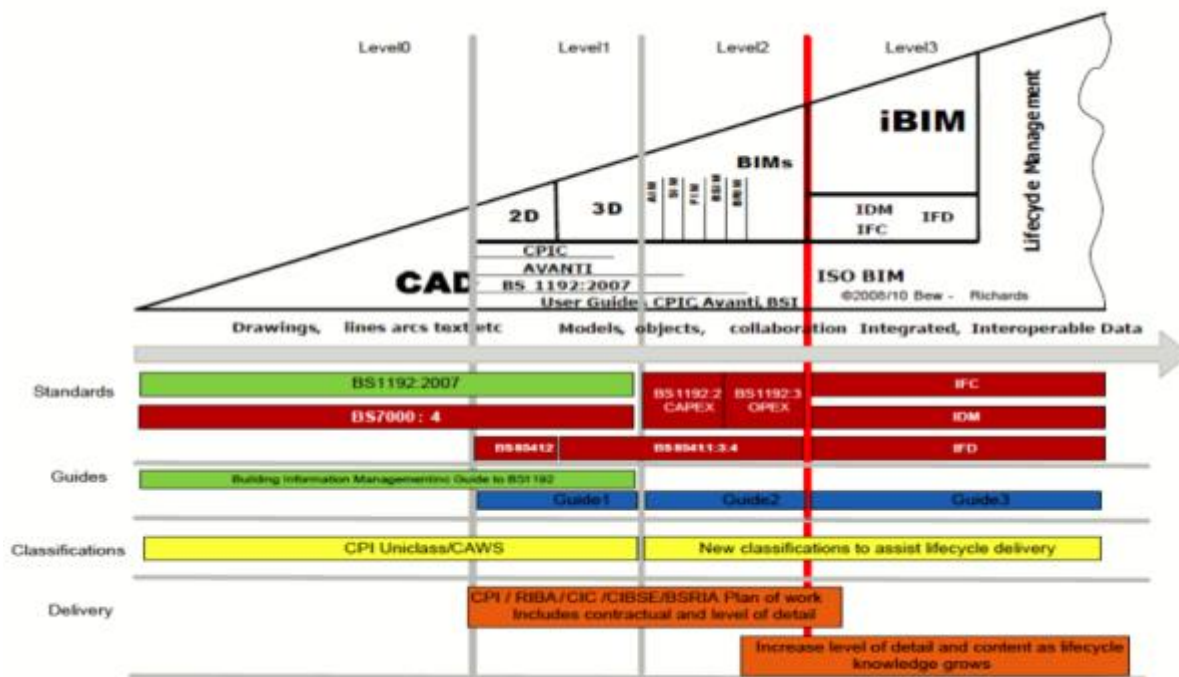


Figura 12 - Modelo dos níveis de maturidade BIM no Reino Unido (Bew e Richards, 2010)

Como se pode verificar, o modelo BIM da maturidade indica, em formato gráfico, a exigência da adoção de normas e o aumento do conhecimento BIM ao longo do tempo. A inclinação crescente no gráfico é dividida por linhas verticais para criar segmentos de maturidade, a partir de Nível 0 e subindo para o nível 3, deixando em aberto futuros níveis mais elevados para os quais ainda não existem atualmente condições de serem praticados. Cada "nível" é definido por um conjunto progressivo de práticas, protocolos e normas relativas à utilização das tecnologias de informação e gestão da informação na conceção, construção e em todos os processos adjacentes.

Este modelo criado pelo Reino Unido pretende, de certo modo, segmentar e normalizar os diversos graus de implementação BIM no país, uma vez que, como já se referiu, a implementação e a normalização são indissociáveis uma da outra e ajudam-se mutuamente. Neste caso em específico, a normalização permite esclarecer os requisitos de cada nível de maturidade, o que contribui para clarificar todos os agentes envolvidos, levando-os a fazer uma implementação BIM mais eficiente e eficaz.

Posto isto, seria útil para Portugal o desenvolvimento de um modelo semelhante que se ajustasse à sua realidade. Isto porque a agenda que é proposta mais à frente nesta dissertação pretende ser um instrumento que conduza a indústria para um nível de maturidade mais elevado. No entanto, os níveis de maturidade BIM em Portugal não estão estudados nem definidos, tornando-se complicado querer melhorar uma maturidade sobre a qual se desconhece o seu estado.

3.2. Normalização

Para promover a implementação BIM nas empresas de AEC, o papel desempenhado pelo governo de cada país é fundamental, nomeadamente através da criação e consequente imposição de normas ou na promoção de benefícios (por exemplo, fiscais) para quem adote o BIM.

Refira-se que existe uma tendência internacional de se promoverem iniciativas nacionais que visem a criação de normas que suportem a imposição da utilização do BIM em obras públicas e, conseqüentemente, na promoção privada (Antunes, 2013). Nesse sentido, pode-se afirmar que hoje em dia o governo de um país é o principal agente catalisador da implementação massificada do BIM no respetivo país, devendo, para tal, definir metas no âmbito BIM, estabelecer prazos para a execução dessas metas e criar condições e estímulos em prol do cumprimento desses prazos.

Ora, a normalização é precisamente um passo importante que deve ser dado de modo a garantir as condições necessárias para a contratação BIM e a posterior colaboração em ambiente BIM estarem balizadas e serem o mais justas possível para todas as partes envolvidas.

Assim, a elaboração de normas nacionais e internacionais assume especial importância, devendo uniformizar processos, prever riscos, alinhar interações ao longo do ciclo do empreendimento, apoiar as partes na execução dos trabalhos e garantir a legalidade e distribuição de responsabilidades ao longo do ciclo de vida do empreendimento de construção (Costa e Antunes, 2016).

Refira-se ainda que o IPQ, declara que a normalização propicia a redução de custos para fornecedores e clientes, aumenta a transparência do mercado, ajudando a criar novos negócios e mantendo os existentes, pois são um meio de garantir aos clientes que os produtos/serviços detêm o adequado grau de qualidade, segurança e respeito pelo ambiente (IPQ, 2016). A normalização é, portanto, o caminho certo para se implementarem procedimentos BIM com qualidade.

3.3. Normas e *guidelines* internacionais

No que diz respeito a normas internacionais, já há alguns países que, percebendo as vantagens e a importância que o BIM poderia ter na indústria AEC, tomaram a iniciativa e desenvolveram normas que podem ser orientações, diretrizes ou até mesmo alterações à lei em vigor. Este trabalho é, regra geral, desenvolvido pelos próprios governos ou por organizações destacadas para o efeito.

Para se perceber melhor as práticas internacionais de normalização, veja-se a Tabela 2, que apresenta o levantamento feito pela *American Institute of Architects* (AIA) com as normas e diretrizes BIM desenvolvidas em alguns países:

Tabela 2 - Normas e diretrizes BIM de alguns países (Silva, 2013)

País	Organização	Nome da Norma/Diretriz/Requisito	Data de Publicação
Austrália	NATSPEC	<i>NATSPEC National BIM Guide</i> <i>NATSPEC BIM Object/Element Matrix</i>	19-Set-2011
Dinamarca	<i>Erhvervsstyrelsen (National Agency for Enterprise and Construction)</i>	<i>Det Digitale Byggeri (Digital Construction)</i>	01-Jan-2007
Finlândia	<i>buildingSMART Finland</i>	<i>Common BIM Requirement 2012 (COBIM)</i>	27-Mar-2012
Reino Unido	AEC (UK)	<i>AEC (UK) BIM Protocols</i>	07-Set-2012
Noruega	Statsbygg	<i>Statsbygg Building Information Modeling Manual</i>	24-Nov-2011
Singapura	<i>Building and Construction Authority</i>	<i>Singapore BIM Guide</i>	15-Mai-2012
	<i>CORENET e-submission System (ESS)</i>	<i>CORENET BIM e-submission Guidelines</i>	25-Jan-2010
Estados Unidos da América	<i>National Institute of Building Science (NIBS) - buildingSMART alliance (bSa)</i>	<i>National BIM Standard (NBIMS)</i>	04-Mai-2012
	<i>American Institute of Architects (AIA) Contract Documents</i>	<i>E202-2008 BIM Protocol Exhibit</i>	2008
	<i>New York City Department of Design + Construction</i>	<i>BIM Guidelines</i>	01-Jul-2012
	<i>United States Department of Veterans Affairs (VA)</i>	<i>The VA BIM Guide</i>	02-Abr-2010
	<i>Indiana University Architect's Office and Engineering Services</i>	<i>IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors</i>	02-Jul-2012
	<i>buildLACCD (Los Angeles Community College District)</i>	<i>BIM Design-Bid-Build Standards</i> <i>BIM Design-Build Standards</i>	29-Jun-2011
	<i>LACCD BIM Standard</i>	<i>LACCD BIM Standard</i>	02-Jun-2010
	<i>United States General Services Administration (GSA)</i>	<i>National 3D-4D Building Information Modeling Program</i>	15-Mai-2007

O conjunto de países referidos na Tabela 2 revela que a tecnologia BIM está a ser implementada um pouco por todo o mundo (Silva, 2013). Embora esta lista não seja exaustiva em número de países nem em número de iniciativas em cada país, permite transmitir a difusão que a normalização BIM está a ter mundialmente. Acrescente-se que o estado de progresso destas iniciativas é relativamente elevado, havendo já diversas normas disponíveis e outras em fase avançada de desenvolvimento.

De seguida apresentar-se-á resumidamente o estado da normalização e da maturidade da implementação BIM em alguns países cuja análise é interessante para o caso português:

3.3.1. Reino Unido

Não obstante a informação constante no capítulo “3.1.1. Maturidade” sobre a maturidade da implementação BIM, importa ainda referir que o Reino Unido definiu como meta estratégica o estabelecimento da obrigatoriedade da utilização BIM até 2016, com a máxima de tentar inverter uma cultura existente de concorrência, numa cultura de colaboração entre todos os intervenientes. Para tal, o *Cabinet Office* britânico, entidade responsável por fazer cumprir a referida meta, viu-se obrigado a criar condições para que o mercado conseguisse contratar e trabalhar em BIM. Do fruto do trabalho desenvolvido, destacam-se os documentos “*PAS1192-2 Specification for information management using BIM*” e “*AEC (UK) BIM protocol*”.

O documento *PAS1192-2* especifica os requisitos necessários para se cumprir as exigências do nível 2 de maturidade, virando as atenções especificamente para o modo e forma da entrega de todo o tipo de projetos existentes.

No que diz respeito à iniciativa AEC (UK), foi formada em 2000 com o intuito de melhorar os processos de produção, gestão e partilha de informação. Embora inicialmente tenha sido criada apenas para a criação de convenções CAD, em 2009 este organismo foi reestruturado e passou a ser composto também por pessoas e empresas vocacionadas para a causa do BIM (AEC (UK) & BIM Standards Site, 2016). Do trabalho realizado, resultou a elaboração da norma atualmente exigida pelo governo, o *AEC (UK) BIM Protocol*, que tem como objetivo maximizar a eficiência dos processos através da adoção coordenada e consistente de ferramentas e metodologias BIM, da definição de normas, da criação de condições que garantam a entrega de dados em qualidade e da utilização de desenhos uniformes durante todo o projeto, assegurando assim que os dados partilhados entre as diferentes especialidades sejam o mais fiáveis possíveis (Ferreira, 2015).

Estes documentos normativos deverão ser uma referência para todas as iniciativas portuguesas que visem contribuir para a normalização e implementação BIM.

3.3.2. Singapura

A 29 de Setembro de 1998 foi assinado, pela delegação singapurense do IAI, por três conselhos nacionais e por oito institutos representativos da Indústria, o Memorando de Entendimento que colocou o governo e a indústria a convergir na criação de normas nacionais que fomentassem o envolvimento de novas tecnologias no sector (Singapore Government, 2006; Taborda, 2012).

Enaltece-se o facto de este ponto de viragem na indústria AEC de Singapura ter sido fruto de uma união de forças entre diversas partes interessadas, das quais se destaca o envolvimento do governo. Em jeito de comparação, seria interessante ter o governo português a seguir o exemplo de Singapura ou do Reino Unido e contribuir ativamente para a criação de condições mais favoráveis à integração de novas tecnologias no sector, tornando-o necessariamente mais competitivo.

Atualmente em Singapura recorre-se a um sistema fortemente relacionado com o BIM para ser feita a aprovação de projetos, havendo uma manifesta pretensão de diminuir esse tempo para apenas 10 dias. Refira-se que existe obrigatoriedade legal em submeter ao processo de aprovação baseado em BIM todos os projetos com área superior a 20.000 m² (Matos, 2014).

Das práticas feitas neste país em prol da integração de metodologias e ferramentas BIM na indústria AEC, destaca-se o *Singapore BIM guide*, resultante da evolução do programa *Corenet* iniciado em 1999 (Costa e Antunes, 2016), que entre outras coisas faz uma ótima e clara abordagem aos usos BIM em cada fase do empreendimento. É um documento de análise obrigatória por parte de qualquer país que queira desenvolver normas e guias no âmbito BIM.

3.3.3. Estados Unidos da América

Desde Setembro de 2006 que o BIM tem carácter obrigatório em todos os projetos suportados pela *General Services Administration*, que consiste numa entidade americana que gere e apoia os diversos organismos federais (Antunes, 2013). Esta entidade foi impulsionadora do “*National 3D-4D-BIM program*” que, juntamente com outras iniciativas BIM americanas, permitiram à *National Institute of Building Science* os meios necessários para desenvolver um documento normativo de referência nacional intitulado “*National Building Information Modelling Standards*”.

A indústria americana já tem uma maturidade considerável e, aliada à dimensão do mercado, assume o seu estatuto de potência económica ao dar o exemplo desde montante com muitas universidades e organizações a investigarem o tema e a produzirem contribuições valiosas, o que leva à existência de bastantes guiões de ajuda ou documentos normativos.

De entre estes, é relevante analisar a estrutura do documento *E202-2008* da AIA por ser bastante adequado e ter sido inspirador no desenvolvimento do modelo de adenda BIM proposto na presente dissertação.

Este documento pretende auxiliar a contratação BIM nos Estados Unidos da América e começa por referir que “this exhibit is incorporated into the accompanying agreement”, ou seja, passa logo a noção que consiste num anexo a um contrato existente.

Após a solicitação de alguns dados como o local e o nome do empreendimento, a data e a identificação das partes interessadas (mais precisamente os outorgantes do contrato), é apresentada a estrutura do documento que consiste em 4 artigos: disposições gerais, protocolo, nível de desenvolvimento e elementos modelados, dos quais se destacam os dois primeiros que serão analisados em pormenor já de seguida.

Antes disso, tome-se especial atenção ao facto de, em inglês, empreendimento ser “project” e projeto ser “design”. Deste modo, quando na primeira página deste documento se faz alusão à identificação com nome e local do “project”, percebe-se que todo o documento irá contemplar as várias

fases de desenvolvimento do empreendimento, isto é, torna-se evidente que apoia a contratação na fase de projeto e na fase de construção.

Artigo 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

Começa-se por referir que este anexo estabelece os protocolos, os níveis de desenvolvimento esperados, as autorizações de acesso e de utilização dos modelos BIM e atribui ainda as responsabilidades de desenvolvimento de cada elemento do modelo, associando um determinado LOD mínimo a cada fase de evolução do empreendimento.

Neste Artigo também se esclarece que, se houver algum conflito entre esta adenda e o contrato propriamente dito ao qual a adenda está associada, o que prevalece é o que consta na adenda. Além disso, as partes comprometem-se a incorporar ou a referenciar a adenda em quaisquer outros contratos de construção ou acordos de serviços no empreendimento.

Por fim, são apresentadas algumas definições de determinados termos chave da adenda, de modo a clarificar à partida o significado dos conceitos que serão utilizados ao longo do documento, bem como identificar os intervenientes envolvidos no modelo.

Artigo 2 – PROTOCOLO

Neste artigo esclarece-se que todas as incompatibilidades encontradas no modelo devem ser anunciadas ao autor do modelo ou ao autor do elemento mal modelado que, por sua vez, deverá agir prontamente de modo a garantir a resolução do problema. É ainda claramente explicado que, salvo exceções concedidas por escrito, os autores dos diversos elementos do modelo não têm direitos de propriedade sobre o seu trabalho nem sobre o *software* com que desenvolveram o modelo, sendo que só os podem utilizar em prol do projeto e da construção do empreendimento em causa.

Este artigo é concluído com o estabelecimento dos requisitos do modelo e com os procedimentos acordados para a sua gestão.

Por fim, refira-se que ao longo do E202-2008 são referenciados vários documentos de ajuda ou mesmo de âmbito normativo, sendo que deste modo, o documento não fica demasiado extensivo nem de leitura difícil, uma vez que apenas apresenta as informações estruturais e, caso seja necessário, menciona onde se podem encontrar mais esclarecimentos.

3.4. BIM em Portugal

Embora seja um tema cada vez mais abordado, o BIM ainda não é um assunto muito conhecido na realidade da indústria portuguesa, sendo que a implementação de metodologias e ferramentas BIM em Portugal encontra-se atrasada em relação ao resto da Europa, nomeadamente quando se fazem comparações com os exemplos europeus apresentados anteriormente.

Na academia encontram-se algumas iniciativas de divulgação e de disseminação dos conceitos BIM pelos alunos através de conferências, *workshops* ou formações extracurriculares. No entanto, se for tomado como exemplo o Instituto Superior Técnico, que se afirma como uma das melhores faculdades de engenharia do país, pode-se verificar que em todo o programa curricular nunca é abordado o tema BIM, o que faz com que grande parte dos futuros engenheiros não conheça sequer esta realidade. Se os alunos tivessem a formação devida neste ramo, conseguiriam materializar a inovação necessária na indústria da AEC quando chegassem ao mercado de trabalho, contribuindo para o conhecimento e para a sensibilização dos profissionais acerca das possibilidades das ferramentas BIM, bem como das formas de concretização de todas as metodologias inerentes.

Em Portugal, vive-se, portanto, um paradigma em que todos os intervenientes na conceção e construção de um empreendimento são muito fiéis aos métodos tradicionais e, além disso, não têm o devido conhecimento nem a confiança necessária para arriscarem em introduzir os procedimentos BIM na sua forma de trabalhar.

Apesar disso, são já alguns os casos em que tanto os donos de obra, como os empreiteiros optaram por utilizar ferramentas BIM em parte ou mesmo em toda a fase de conceção e construção de um empreendimento.

Como exemplo veja-se na Figura 13 o edifício sede da Vodafone no Porto que foi construído com recurso a metodologias BIM, sendo esta a única maneira que a equipa de projetistas da “AFAconsult” encontrou para fazer face à geometria irregular apresentada pela estrutura do edifício.



Figura 13 - Edifício da Sede da Vodafone do Porto (Freitas, 2014)

A fachada do edifício apresenta uma geometria complexa, composta por faces planas com orientação incerta, tanto em planta como em alçado, pelo que foi necessário utilizar o *software* Revit Structure. Neste âmbito, concluiu-se que o projeto só seria uma realidade recorrendo a modelos de geometria tridimensional. Importa também salientar que no decorrer da fase de projeto, o modelo Revit foi evoluindo simultaneamente com a arquitetura e com os diferentes projetos de especialidades de uma forma integrada (Freitas, 2014).

Um bom exemplo de uma empresa já com alguns casos de estudo de âmbito BIM em Portugal é a Mota-Engil Engenharia, tendo começado em 2010 um projeto piloto com a construção de um edifício de habitação multifamiliar, na Rua Presidente Arriaga, em Lisboa, composto por 6 pisos, sendo 2 abaixo da cota de soleira, e com uma área bruta de construção de 3.560 m². Das vantagens retiradas desta pequena experiência, destaca-se a deteção de 107 incompatibilidades entre projetos, tendo a empresa assumido que “ao serem detetados estes problemas numa fase inicial são evitadas muitas reclamações e pedidos de informação que, numa fase posterior, iriam atrasar o processo construtivo ou, em última instância, prejudicar a qualidade do edificado” (Mota-Engil, 2016). Além disso, a empresa desenvolveu outros projetos em BIM como um edifício da Fundação Champalimaud, um Hospital na Ilha Terceira ou o edifício apresentado na Figura 14:



Figura 14 - Modelo BIM de um edifício em Lisboa (Freitas, 2014)

A figura 14 representa um edifício construído em Lisboa com 15 andares e 5 pisos subterrâneos, sendo mais um exemplo em que a utilização do BIM permitiu detetar precocemente várias incompatibilidades entre projetos e otimizar a coordenação dos trabalhos, levando a uma significativa poupança de custos e prazos.

Não obstante a importância de todas as iniciativas com projetos desenvolvidos em Portugal no âmbito BIM, na realidade não passam de casos isolados que recorrem a algumas metodologias BIM por necessidade, devido à complexidade do empreendimento em questão, ou por uma opção aleatória do dono de obra, muitas vezes associada apenas à dimensão 3D. Além disso, o conhecimento e a experiência gerados pelas pessoas e entidades envolvidas num projeto BIM, acabam por não se difundir no mercado nem na indústria porque as empresas não partilham entre si os seus processos e, tratando-se de casos isolados, os seus funcionários não desenvolvem continuamente a experiência que têm em BIM porque só trabalham nesses moldes esporadicamente.

Assume-se, portanto, que nesta fase embrionária as empresas que pretendem integrar o BIM nos seus projetos ainda irão sentir alguns obstáculos e dificuldades na sua implementação. São diversos os fatores característicos da realidade portuguesa que constituem entraves na implementação BIM, todavia, o maior dos desafios consiste na normalização BIM necessária para efeitos de uniformização de processos, prevenção de riscos e garantia de legalidade (Otero, 2014).

Assim sendo, a criação de normas e guias de boas práticas acessíveis a toda a indústria é fundamental tanto para as empresas portuguesas, como para os donos de obra sentirem segurança e adotarem o BIM na sua forma de atuar no mercado.

No caso de Portugal, o processo de normalização encontra-se numa fase embrionária a dar os primeiros passos. O IPQ está representado pelo Instituto Superior Técnico no grupo de trabalho da Comissão de Normalização Europeia para o desenvolvimento da norma BIM europeia, garantindo-se assim uma convergência entre os esforços nacionais e europeus e uma implementação fundamentada nas melhores práticas (Costa e Antunes, 2016).

Refira-se ainda que algumas iniciativas nacionais estão a ser dinamizadas para gerar o conhecimento de base necessário ao desenvolvimento de um documento BIM de âmbito nacional (Costa e Antunes, 2016), sendo de louvar o carácter voluntário do trabalho desenvolvido pelos seus membros em prol de uma melhor perceção e implementação do BIM em Portugal. Destacam-se o grupo de trabalho BIM (GTBIM) da Plataforma Portuguesa Tecnológica da Construção (PTPC), a Comissão BIM da Associação Portuguesa dos Mercados Públicos (APMEP) e o BIMfórum, enquanto grupos de trabalho timoneiros na alteração de paradigma na indústria portuguesa, contribuindo ativamente para a criação de todos os alicerces e elementos base que permitirão a integração de metodologias BIM no processo de contratação e construção, fomentando desta forma uma salutar implementação BIM em Portugal.

De todas as iniciativas de disseminação e apoio à implementação BIM em Portugal, realça-se a Comissão Técnica de Normalização BIM, mais conhecida por CT 197. Este organismo, que será melhor apresentado no subcapítulo seguinte, faz a ponte com o *CEN/TC 442* e o *EU BIM Task Group* e apresenta nos seus objetivos uma forte afinidade com esta dissertação como se perceberá mais à frente.

3.4.1. CT 197

Uma Comissão Técnica de Normalização (CT) é um órgão técnico que visa a elaboração de documentos normativos e a emissão de pareceres normativos, em determinados domínios e no qual participam, em regime de voluntariado, entidades interessadas nas matérias em causa, traduzindo, tanto quanto possível, uma representação equilibrada dos interesses socioeconómicos abrangidos pelo seu setor de atividade (IPQ, 2016).

A CT 197, coordenada pelo Organismo de Normalização Setorial do Instituto Superior Técnico (ONS/IST), é a comissão técnica de normalização vocacionada para as questões associadas ao BIM, que visa a “normalização no âmbito dos sistemas de classificação, modelação da informação e processos ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos de construção e acompanhar os desenvolvimentos do *CEN/TC 442*, Comité Técnico do CEN (European Committee for Standardization) relativo à normalização BIM” (PTPC, 2016).

A CT197 divide-se em 4 Subcomissões de Trabalho: a Subcomissão 1 – Maturidade e Plano de Ação; Subcomissão 2 - Trocas e Requisitos de Informação; Subcomissão 3 - Metodologias BIM; e Subcomissão 4 - Modelação e Objetos BIM. Destas, é na Subcomissão 3 (SC3) que o resultado da presente dissertação se enquadra, uma vez que pretende contribuir para a normalização BIM em Portugal ao propor uma adenda de apoio à contratação.

Esta subcomissão tem como objetivo focar os processos e as metodologias BIM, sendo particularmente importante a identificação dos diversos atores, usos BIM e instrumentos disponíveis, o mapeamento de processos e trocas de informação, o desenvolvimento de guias metodológicos e o apoio à implementação do BIM na indústria. Em termos de desenvolvimento de guias metodológicos, a SC3 pretende orientar-se para os usos BIM considerados prioritários, definindo alguns requisitos procedimentais importantes e mapeando de forma simples os processos que os caracterizam (CT197, 2016).

Para melhor se perceber os trabalhos e as linhas de ação da Subcomissão 3, observe-se a Figura 15:

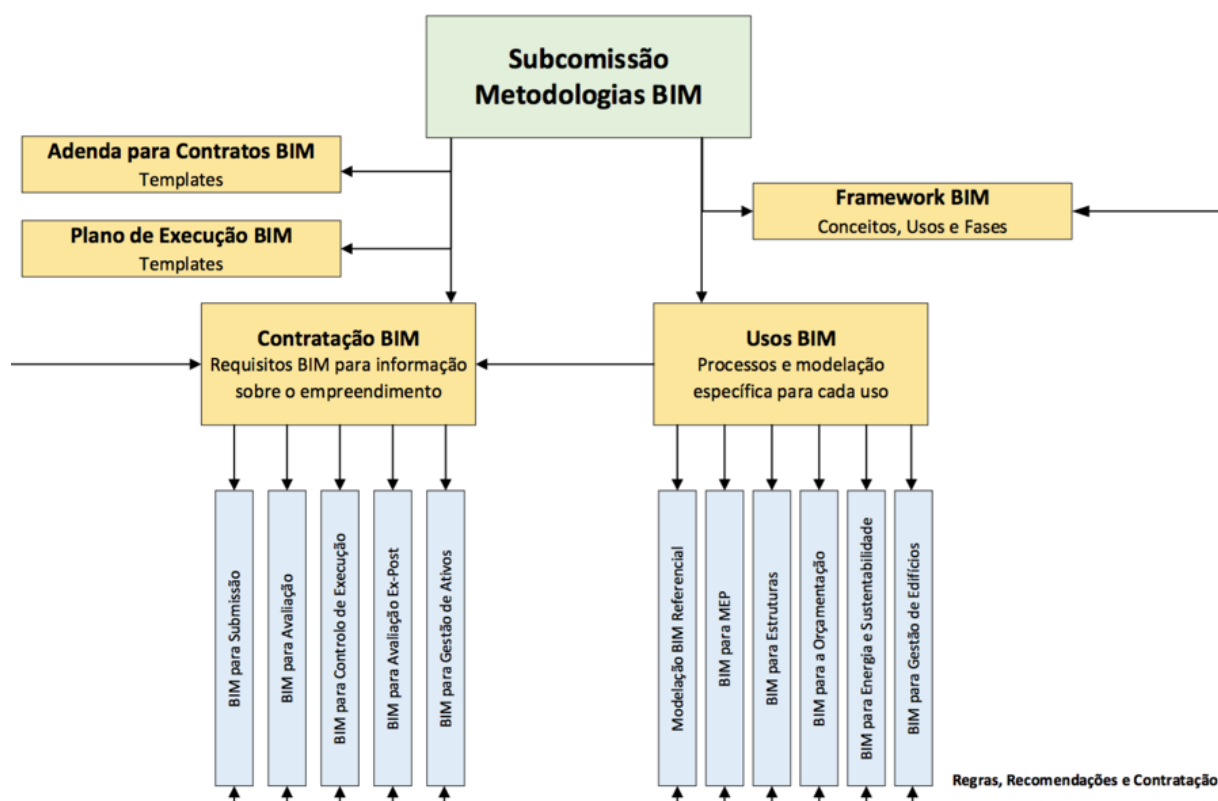


Figura 15 - Organização esquemática da Subcomissão 3 – Metodologias BIM

Ora, através da observação da Figura 15, percebe-se que a criação de um *template* que sirva de adenda para contratos BIM consiste num dos trabalhos a desenvolver por esta Subcomissão, por se considerar uma ferramenta importante de apoio ao dono de obra aquando da contratação em BIM, contribuindo não só para desenvolver a maturidade do dono de obra, como também para se obter níveis mais elevados de contratação qualificada.

4. CONTRATAÇÃO BIM

Antes de se iniciarem quaisquer trabalhos de conceção ou construção, tem sempre de ser assinado um contrato que comprometa todos os intervenientes e que estipule o raio de ação de cada um no âmbito do contrato assinado. Posto isto, percebe-se que a contratação é a génese de qualquer trabalho que seja realizado e, por isso, a massificação da implementação BIM necessita, *a priori*, de uma correta e inequívoca contratação BIM.

Relembre-se que o grande desafio atualmente em Portugal consiste na criação de bases normativas e de documentos que explicitem as instruções de boas práticas que devem ser seguidas, de modo a fomentar a implementação BIM em todo o ciclo de vida do empreendimento. Como a implementação BIM implica uma mudança na forma de fazer e de estar de todos os intervenientes, então também a fase de contratação tem de se ajustar a todas estas alterações, nomeadamente no que diz respeito aos contratos, que devem formalizar e balizar todos os novos procedimentos trazidos pelo conceito BIM.

Urge assim diagnosticar os desafios da contratação BIM em Portugal e mapear as alterações que o BIM irá introduzir tanto na fase de concurso, como na fase de adjudicação. Só com o levantamento destas questões, será possível ter um conhecimento sólido que permita fazer corretamente as inovações necessárias ao processo de contratação, de forma a introduzir as metodologias e as ferramentas BIM.

4.1. Desafios da contratação

Refira-se que a implementação do BIM nos processos de contratação obriga inevitavelmente a alterações e adaptações dos processos tradicionais. Torna-se assim essencial uma maior sistematização e adaptação de todo o processo, dado o carácter mais colaborativo da metodologia BIM e a maior complexidade em termos de gestão da informação e dos fluxos inerentes (Costa e Antunes, 2016). Posto isto, a normalização é a melhor forma de sistematizar as alterações ao processo de contratação, seja recorrendo a guias de boas práticas, seja através de documentos normativos de apoio.

Ao longo do processo de contratação, destacam-se duas fases que se consideram críticas na medida em que terão de se adaptar para que seja possível a integração do BIM: a fase de concurso e a fase de adjudicação.

Ora, pela resistência de todos os intervenientes em fazer alterações de raiz no processo de contratação e pelas complicações legais que essas mudanças poderiam suscitar, sugere-se que as

fases de concurso e de adjudicação continuem iguais e com os mesmos procedimentos, sendo que a adaptação ao BIM provém da introdução de documentos que se anexem aos tradicionais contratos e programas de concurso. Está assim encontrada a solução para integrar o BIM na indústria portuguesa, juntando-se duas filosofias divergentes: a necessidade de inovar a indústria com a implementação de metodologias BIM e a resistência à inovação por parte dos intervenientes do processo de contratação que, por natureza, são avessos à mudança.

Para melhor se perceber o que é preciso acrescentar nas fases de concurso e adjudicação, de modo a incorporar o BIM no processo de contratação, veja-se a Figura 16:

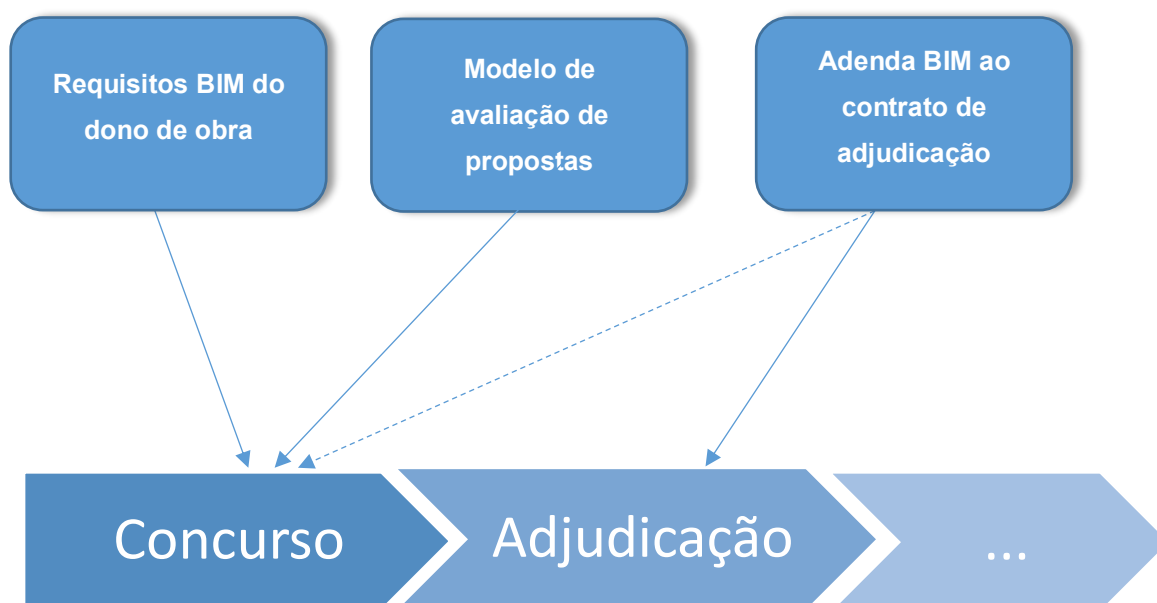


Figura 16 - Documentos BIM necessários nas fases de concurso e de adjudicação

Como se pode perceber pela Figura 16, a explicitação dos requisitos BIM do dono de obra e o modelo de avaliação de propostas BIM têm de ser introduzidos na fase de concurso. Por sua vez, na fase de adjudicação é necessário acrescentar ao contrato um documento que comprometa os agentes envolvidos no que diz respeito a todas as matérias BIM. Note-se que embora a adenda BIM tenha efeito na fase de adjudicação, também será parte integrante da fase de concurso, tal como se verá no próximo subcapítulo.

Realce-se ainda que após um estudo em que se analisaram 345 concursos de obras públicas (com base em informação do portal dos contratos públicos BASE), verificou-se que 37% das propostas são avaliadas com base num único fator, mais precisamente o preço mais baixo (Costa e Arantes, 2014), situação que se apresenta como insuficiente no contexto do BIM. Deve-se ter em mente que a introdução da metodologia BIM obriga a uma escolha cuidada da equipa e da proposta, recomendando-se a adoção de um modelo multicritério, isto é, a opção pelo critério da “Proposta

Economicamente Mais Vantajosa” de acordo com o Código dos Contratos Públicos (Costa e Antunes, 2016). Veja-se na Figura 17 os resultados do estudo acabado de mencionar:

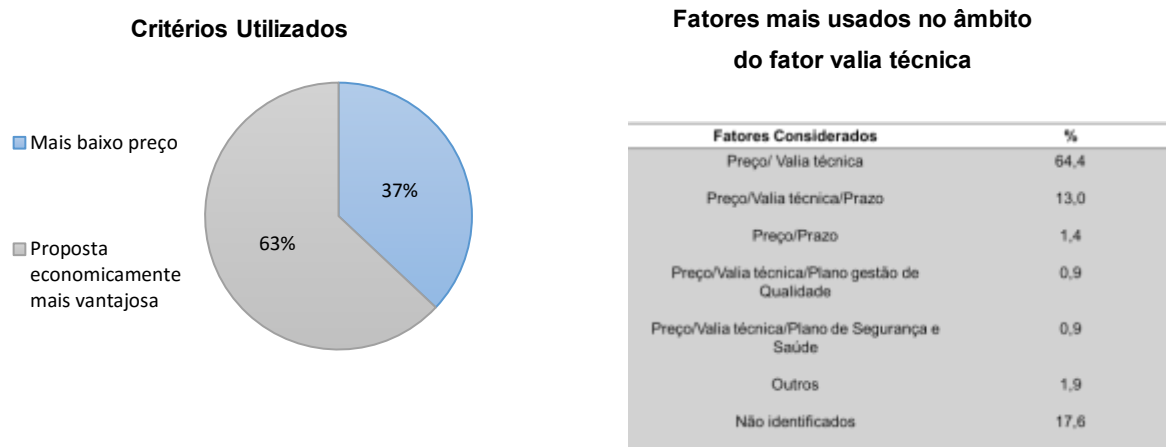


Figura 17 - Critérios utilizados para avaliação de propostas (Costa e Arantes, 2014)

4.2. Fase de concurso

Em todas as fases de contratação devem ser estipuladas regras claras, justas, imparciais, transparentes e eficazes. A fase de concurso não é exceção e, por isso, os documentos de um concurso devem, além de valorizar a introdução de inovações, ser claros e definir com rigor o âmbito e os objetivos do projeto em questão, descrevendo com detalhe as regras de avaliação das propostas (TCOE, 2016). Além de documentação informativa, um concurso é constituído pelos seguintes documentos:

- **Programa do concurso:** regula a fase de contratualização, estipulando as diversas fases e regras do concurso, os critérios de habilitação dos concorrentes, os critérios de seleção de propostas, o modo de apresentação das propostas e o respetivo conteúdo mínimo indispensável, entre outras. De entre os documentos que se anexam ao programa do concurso, destaca-se o modelo de avaliação de propostas.
- **Caderno de encargos:** regula a fase de execução contratual, ou seja, é o “documento guia” a partir do momento em que se assina o contrato, devendo, por isso, definir o âmbito, o prazo e o enquadramento legal e normativo de todo o projeto, entre outros. Existem vários documentos que se anexam ao caderno de encargos, nomeadamente uma minuta do contrato que será assinado.

Assim sendo e para se integrar o BIM no processo tradicional do concurso, é necessário estarem estabelecidos os requisitos BIM do dono de obra no programa do concurso e, no anexo

referente ao modelo de avaliação de propostas, deve ser determinada a metodologia detalhada de avaliação BIM, estipulando os níveis e os pesos de todos os critérios BIM a serem avaliados.

Além disso, a minuta do contrato que vai anexa ao caderno de encargos deve-se fazer acompanhar da minuta de uma adenda que contemple tudo o que diz respeito ao BIM, sendo que no seguinte subcapítulo é apresentada uma proposta de adenda para o efeito.

Como forma de esclarecimento apresenta-se a Figura 18 que clarifica os documentos ou a informação extra que o BIM traz para a fase de concurso:

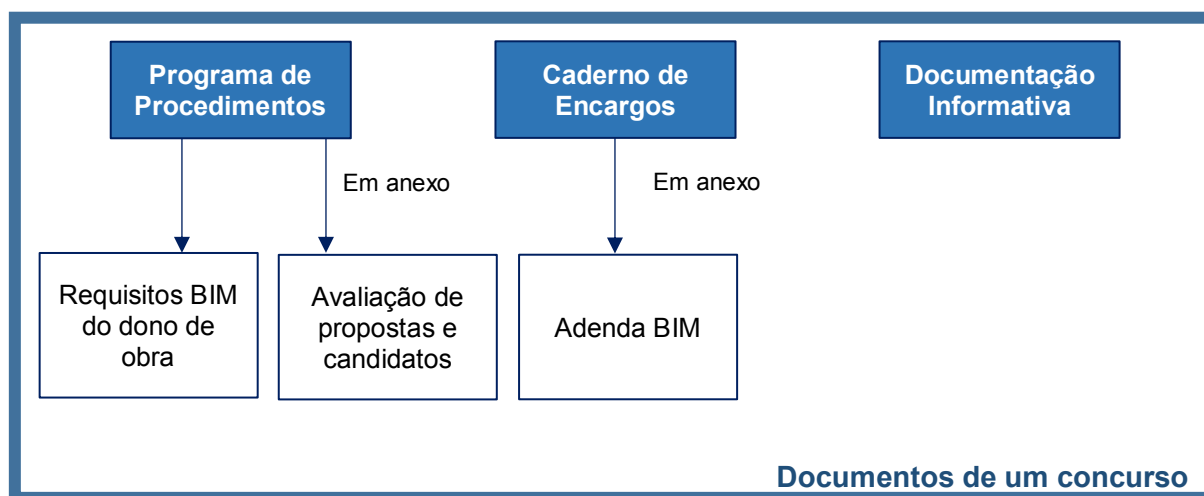


Figura 18 - Documentos BIM para a fase de concurso

4.2.1. Requisitos BIM do dono de obra

Os requisitos BIM do dono de obra, internacionalmente designados por *Employer's Information Requirements (EIR)*, consistem nas exigências mínimas estipuladas pelo dono de obra no âmbito BIM para o empreendimento, ou seja, o projetista e/ou empreiteiro têm de cumprir pelo menos essas condições para irem ao encontro daquelas que são as ambições BIM do dono de obra.

Como se viu, estes requisitos devem constar no programa de concurso e, além disso, devem ser consequência das expectativas do dono de obra e dos usos BIM para os quais está a fazer uma contratação em BIM.

Com efeito, para se estipularem os requisitos BIM, importa que o dono de obra clarifique previamente quais os usos BIM que pretende no seu empreendimento. Segundo o documento norte americano, "*National BIM Guide for Owners*", os donos de obra devem pretender pelo menos os 5 usos BIM que se apresentam na Figura 19. Estes usos BIM são considerados essenciais e faz todo o sentido replicá-los na realidade portuguesa.

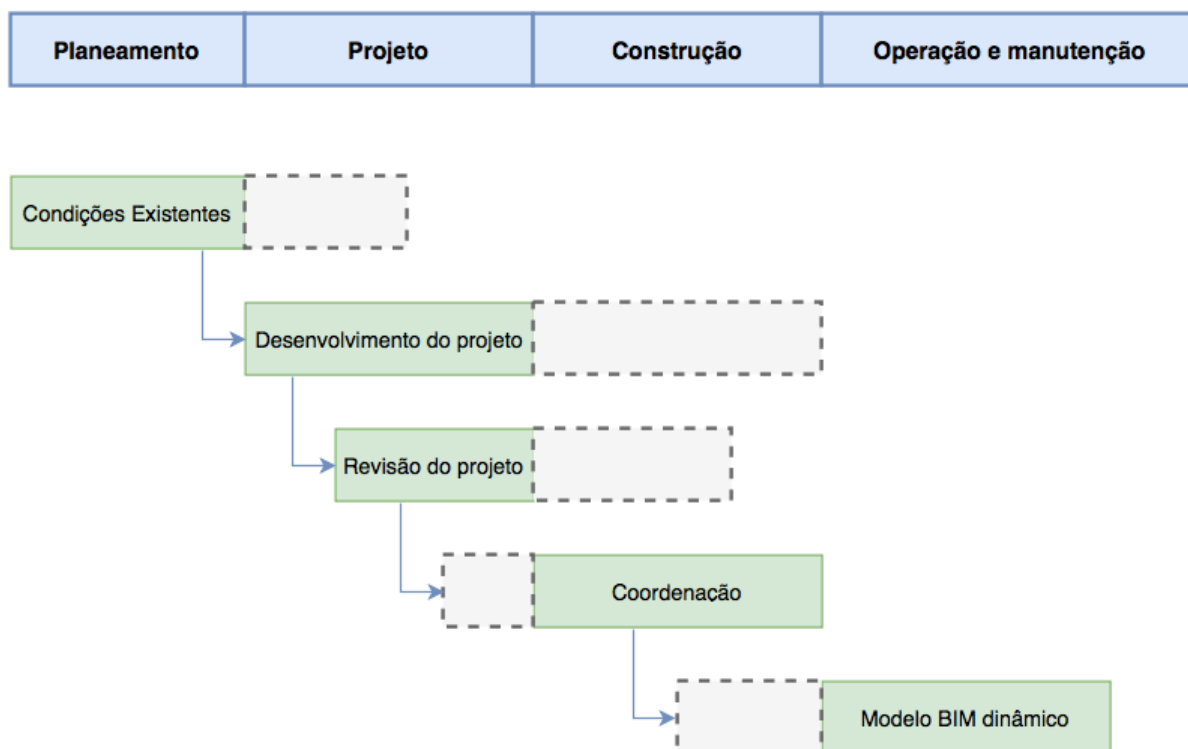


Figura 19 - Representação dos 5 usos BIM essenciais (adaptado de NIBS, 2016)

De seguida explica-se resumidamente o que se entende por cada uso BIM da Figura 19:

- **Condições existentes:** processo no qual a equipa BIM do projeto desenvolve um modelo (geometria e informação) das condições existentes no local do empreendimento, da sua estrutura e instalações ou de uma área parcial específica. Este modelo pode ser desenvolvido de várias maneiras, dependendo do que se desejar e do que for mais eficiente. Uma vez desenvolvido o modelo, a sua informação pode ser consultada e/ou atualizada;

- **Desenvolvimento do projeto:** processo no qual o *software* é utilizado para desenvolver um modelo BIM do empreendimento. As ferramentas de desenho são o primeiro passo para a criação do modelo e, conseqüentemente, para a implementação BIM, pretendendo-se nesta fase a integração das representações geométricas dos elementos do modelo com as suas propriedades. Todos os desenhos necessários devem ser retirados do modelo e ser consistentes com este;

- **Revisão do projeto:** processo de gestão da qualidade em que um modelo é testado e sujeito à verificação da sua conformidade pelas partes interessadas. A revisão tentará perceber se o projeto cumpre os requisitos BIM do dono de obra e se obedece a todas as regras e legislações (BIM e não BIM) aplicáveis ao empreendimento em causa. Uma revisão bem executada tem a grande utilidade de denunciar grande parte dos conflitos existentes, evitando erros e omissões.
- **Coordenação:** processo no qual os elementos do modelo podem ser organizados e coordenados, auxiliando no processo de construção. Também nesta fase se deve ter atenção a eventuais conflitos entre os elementos do modelo BIM. Quanto mais precoce for a descoberta dos conflitos, mais preventivas (menos corretivas) e baratas são as ações de resolução.
- **Modelo BIM dinâmico:** processo no qual um modelo contém uma descrição precisa e atualizada das condições físicas, funcionais e ambientais do empreendimento, bem como dos seus ativos, ao longo do tempo. Com a contínua atualização e aprimoramento do “Modelo BIM dinâmico” e com a sua capacidade de armazenar mais informações, o modelo contém uma verdadeira representação do espaço com um *link* para informações como, por exemplo, códigos de série, garantias ou histórico de manutenção de todos os constituintes do edifício. Eventualmente, o “Modelo BIM dinâmico” também poderá conter a evolução temporal das informações, desde os requisitos antes da construção, até às condições do edificado (*as-built*). Isto permite ao dono de obra realizar uma monitorização temporal do projeto em relação aos seus requisitos iniciais.

Consoante os usos BIM desejados, criam-se os requisitos BIM que devem consistir nas condições necessárias para se atingirem os usos pretendidos pelo dono de obra.

À semelhança dos usos BIM e por inerência a estes, os Requisitos BIM dependem muito do perfil e das ambições do dono de obra e, devido à imprevisibilidade destas questões, torna-se complicado ajudar um dono de obra a definir os requisitos BIM que deve exigir sem se conhecer o empreendimento em concreto no qual se pretende aplicar metodologias BIM, nem as razões para se estar a fazer uma contratação em BIM. Existem, contudo, critérios padrão que são comumente utilizados em países com maior maturidade BIM e que guiam o dono de obra na definição dos requisitos que pretende (ver Tabela 3):

Tabela 3 - Critérios padrão para a definição de requisitos BIM do dono de obra (DFP, 2015)

Tecnologia	Gestão de Processos	Comercial
Plataformas Tecnológicas (<i>software</i>) Formato para partilha de informação Coordenadas Nível de desenvolvimento (LOD) Formação	Normas Papéis e responsabilidades Planeamento do trabalho Segurança Processo de coordenação e de deteção de conflitos Processo de colaboração Gestão da segurança e saúde Desempenho dos sistemas Auditorias e planos de conformidade	Entrega de informação e forma de apresentação do projeto Proposta estratégica para o cliente Definição dos entregáveis BIM Avaliação das competências específicas do BIM

Com o auxílio da Figura 20 é possível o dono de obra ter uma melhor perceção daqueles que são os principais vetores para a constituição de um documento com os requisitos BIM, sendo que com esta base de trabalho poderá adaptar o conteúdo ao seu caso real e escolher os tópicos que considera mesmo importante constarem na parte do programa de concurso dedicada às exigências BIM.

4.2.2. Avaliação de candidatos e de propostas

Se no lançamento do concurso existem requisitos que são específicos do BIM, então faz todo o sentido que na avaliação de propostas existam critérios e pesos para avaliar tudo o que esteja no âmbito BIM, de modo a garantir que as metas traçadas pelo dono de obra podem ser alcançadas com a proposta de capital humano, tecnológico e processual apresentada pelo concorrente.

Embora as matrizes e documentos de avaliação de propostas só tenham efeito quando se está efetivamente a fazer a avaliação, é de inegável importância a sua enunciação e publicitação prévia, a bem da transparência. Por um lado, é relevante para os concorrentes porque é com base nestes fatores que delinearão a sua estratégia e apresentarão os seus argumentos a concurso. Por sua vez, é pertinente para a entidade adjudicante, na medida em que é à luz destes fatores que se vai escolher a proposta economicamente mais vantajosa na ótica do interesse prosseguido (TCOE, 2016).

Posto isto, deve-se garantir que no lançamento do concurso sejam publicados logo à partida no programa de procedimentos os fatores e subfatores que vão condicionar o critério de adjudicação, bem como os respetivos coeficientes de ponderação, sendo que, segundo Costa e Tavares, tanto a avaliação de candidatos como a avaliação de propostas deve ser feita de forma consistente e com base em modelos multicritério abrangentes (Costa e Tavares, 2013).

A fase de qualificação da avaliação de propostas consiste na primeira ferramenta concreta que o dono de obra tem para garantir a adequação e a competência dos candidatos à execução do projeto. Recorrendo a esta ferramenta consegue determinar a experiência BIM dos candidatos, bem como as suas capacidades de utilização da tecnologia e de implementação da metodologia BIM. Embora seja algo complicado determinar de forma minuciosa as competências específicas e as capacidades de uma organização e equipa, o processo pode ser facilitado pelo uso de modelos multicritério, baseados em escalas quantitativas e qualitativas que devem ser capazes de se adaptar ao caráter evolutivo da tecnologia envolvida.

Na Tabela 4 apresenta-se um exemplo de uma matriz qualitativa multicritério para suporte à avaliação de candidatos. Evidencie-se que com uma matriz deste género o dono de obra será capaz de avaliar os candidatos no âmbito BIM, nomeadamente as competências em projetos e na implementação BIM da empresa concorrente e da equipa, a experiência na partilha e gestão de informação e na utilização de ferramentas de gestão colaborativa e, por fim, a experiência na utilização e implementação de Normas e metodologias de trabalho BIM (Costa e Antunes, 2016).

Tabela 4 - Exemplo de matriz para avaliação de candidatos (Costa e Antunes, 2016)

Categoria	Descrição	Nível de Maturidade					Pontuação	Objetivo	
		0	1	2	3	4			5
Experiência em Planeamento de projetos BIM	Experiência da equipa no planeamento e implementação de planos de execução BIM	A equipa não tem experiência em projetos BIM	A equipa já realizou modestas aplicações de BIM mas nunca elaborou um plano de execução BIM	A equipa participou no planeamento BIM com outras equipas	A equipa liderou o planeamento BIM em outros projetos	A equipa integrou a metodologia e planeamento BIM nos seus procedimentos operacionais	A equipa desenvolveu um plano de execução BIM padrão que pode usar em diversos projetos	2	5
Experiência em trabalho colaborativo	Experiência e capacidade da equipa para colaborar com outras equipas	A equipa nunca colaborou com outras equipas e não promove a colaboração	A equipa já participou em projetos com caráter colaborativo mas não está disponível para partilhar modelos/informação de forma consistente	A equipa tem experiência e vontade de partilhar informação com outras equipas	A equipa lidera esforços de colaboração e gestão de informação e encoraja a partilha de informação entre equipas	A equipa está disponível para partilhar informação de todo o projeto e apresenta processos colaborativos mapeados	A equipa encoraja a partilha de todos os projetos e possui plataforma para trabalho colaborativo e partilha online	3	5
Ferramentas BIM	Aptidão da equipa de projeto para implementar diversas ferramentas BIM	A equipa nunca utilizou ferramentas BIM e não pretende fazê-lo	A equipa nunca utilizou ferramentas BIM mas pretende fazê-lo	A equipa já utiliza ferramentas BIM mas com limitações (utilização em alguns projetos isolados e em alguns casos de uso apenas)	A equipa já utiliza ferramentas BIM em alguns projetos	A equipa utiliza ferramentas BIM em todos os seus projetos	A equipa utiliza BIM em todos os projetos e em todas as especialidades e encoraja todas a partilha de informação entre modelos	1	5
Competências de Coordenação BIM	Capacidade da organização para implementar o BIM	A equipa nunca implementou a metodologia BIM	A equipa nunca implementou a metodologia BIM mas utiliza ferramentas de gestão e coordenação, apesar de limitadas	A equipa nunca implementou a metodologia BIM mas utiliza extensivamente outras ferramentas de gestão e coordenação	A equipa implementou a metodologia BIM, no entanto não apresenta processos devidamente mapeados	A equipa implementou a metodologia BIM e possui processos devidamente mapeados e coordenados.	A equipa apresenta processos mapeados, tecnologias inovadoras de colaboração e coordenação e utiliza o BIM de forma integrada.	4	5

Após a avaliação dos candidatos, importa ainda avaliar as propostas BIM apresentadas, sendo que os critérios para a avaliação das propostas devem focar-se apenas na proposta e devem estar em consonância com os requisitos BIM exigidos pelo dono de obra. Pretende-se, portanto, que a avaliação beneficie as propostas que mais valor acrescentem no seguimento das expectativas BIM da entidade adjudicante. À semelhança do que foi feito para a avaliação de candidatos, apresenta-se de seguida um exemplo de uma matriz multicritério de avaliação de propostas (ver Tabela 5).

Tabela 5 - Exemplo de matriz para avaliação de propostas BIM (Costa e Antunes, 2016)

Categoria	Descrição	Nível de Maturidade					Pontuação	Objetivo	
		0	1	2	3	4			5
Casos de uso BIM adicionais	Serviços BIM adicionais propostos	Vários requisitos de implementação do BIM não estão incluídos na proposta	Alguns requisitos de implementação BIM não estão incluídos na proposta	Requisitos considerados mínimos foram considerados na proposta	Requisitos mínimos BIM estão incluídos na proposta e são apresentados de forma planeada e integrada	Requisitos mínimos são superados e a abordagem proposta adiciona valor ao projeto	Requisitos mínimos foram largamente ultrapassados e a abordagem proposta apresenta-se de forma integrada.	3	5
Qualificações da equipa de projeto	Experiência e sucesso da equipa	Nenhuma	A equipa tem alguma experiência em projetos BIM	A equipa tem tido alguma experiência com projetos BIM e apresenta alguns casos de sucesso	A equipa tem experiência acumulada com projetos BIM e resultados positivos	A equipa tem bastante experiência com projetos BIM e apresenta resultados consistentemente positivos	A equipa tem uma elevada experiência com projetos BIM e os resultados são acima do esperado	1	5
Procedimentos Colaborativo	Procedimentos de colaboração incluídos na proposta	Não são descritos quaisquer procedimentos colaborativos	A proposta apresenta procedimentos básicos de colaboração	A proposta apresenta um plano de execução BIM detalhando procedimentos colaborativos a considerar	A proposta apresenta um plano de execução que inclui mapeamento de processos e procedimentos colaborativos normalizados	A proposta apresenta um plano de execução BIM com processos mapeados e detalhados, trocas de informação identificadas e procedimentos colaborativos definidos	A proposta apresenta um plano de execução BIM completo e orientado para a colaboração em plataforma online, incluindo procedimentos de controlo fluxos e permissões	4	5
Entregáveis BIM	Entregáveis propostos	Os entregáveis BIM mínimos não são atingidos	Alguns entregáveis BIM são atingidos	A maior parte dos entregáveis BIM são atingidos	Todos os entregáveis BIM são atingidos	Todos os entregáveis BIM são atingidos e alguns adicionais são propostos	Todos os entregáveis BIM são atingidos e outros adicionais e de grande valor são propostos	1	5
Total								11	25

Estes exemplos apresentados são meramente modelos teóricos que não têm aplicabilidade prática por não estarem associados a nenhum caso em concreto. Todavia, permitem perceber o raciocínio daquilo que deve ser uma matriz multicritério para avaliação de candidatos e propostas, podendo (e devendo) ser adaptadas consoante as especificidades do empreendimento e os requisitos BIM do dono de obra.

4.3. Fase de adjudicação

Após a avaliação das propostas e a escolha do candidato vencedor do concurso, surge a altura de assinar um contrato que formalize a adjudicação dos trabalhos em causa. Como já foi mencionado, na fase de adjudicação, mais precisamente na celebração do contrato, é necessário que sejam

especificadas de algum modo as questões do âmbito BIM que serão formalmente acordadas entre ambas as partes.

Segundo (Costa e Antunes, 2016), os requisitos contratuais BIM podem ser adicionados aos contratos já existentes ou podem ser apenas incluídos como uma adenda. Para os donos de obra que construam segundo documentação padronizada poderá ser benéfico adicionar os requisitos contratuais numa adenda, essencialmente porque o BIM está constantemente em evolução, resultando em frequentes atualizações e modificações dos requisitos contratuais BIM, e porque a utilização de uma mesma adenda em todos os diferentes projetos minimiza a possibilidade de discrepâncias e aumenta a transparência.

Nesse sentido, após se analisarem as práticas internacionais e de se pensar na forma de adaptar as melhores práticas à indústria portuguesa, concluiu-se que a melhor forma de contribuir para a normalização da contratação BIM em Portugal seria através da criação de uma adenda ao contrato normal que acrescente todas as questões que devem ser consideradas no âmbito BIM. Esta adenda terá a intenção de servir de apoio à contratação BIM, mantendo-se resiliente a quaisquer alterações que existam tanto na documentação de normalização BIM existente, como nos requisitos exigidos pelo dono de obra.

Para tal, esta adenda foi construída para ser uma referência quando se estiver a redigir uma adenda BIM de um contrato, podendo e devendo ser ajustada consoante a vontade dos intervenientes e as especificidades do empreendimento em questão. Além disso, para não perder a sua validade, o documento pretende ser versátil e intemporal porque, como se verá, não se compromete com normas ou com eventuais exigências do dono de obra que poderão deixar de fazer sentido ou ficar obsoletas num futuro próximo, uma vez que nesses casos apenas permite referenciar documentos que transmitam essas diretrizes.

Existem vários exemplos internacionais com adendas deste género que serviram de inspiração ao desenvolvimento desta proposta de adenda BIM portuguesa como, por exemplo, o *American Institute of Architects (AIA) E203 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit* ou o *ConsensusDOCS 301 BIM Addendum*.

Apresenta-se então no próximo subcapítulo o modelo proposto de adenda BIM ao contrato de adjudicação. Além disso, por questões de utilidade, consta em Anexo a mesma adenda no seu formato final para que possa ser utilizada em separado.

4.3.1. Adenda BIM ao contrato de adjudicação

ANEXO PARA CONTRATAÇÃO BIM

Este documento é um anexo que prevê a contratação em BIM, sendo parte integrante do contrato realizado no dia ____ de _____ de 20____, referente ao empreendimento:

(Nome do empreendimento, fase abrangida (de projeto, de construção ou ambas) e local)

Entre:

(Nome, número de identificação fiscal, morada, telemóvel e e-mail. Em caso de ser uma entidade, indicar também os dados do representante)

E entre:

(Nome, número de identificação fiscal, morada, telemóvel e e-mail. Em caso de ser uma entidade, indicar também os dados do representante)

1. Disposições Gerais

1.1. Este documento determina todo o protocolo a ser seguido no âmbito BIM (Building Information Modeling), estabelecendo-se os pontos essenciais e obrigatórios do PEB, a forma de lidar com a informação do modelo e com os direitos de propriedade e o papel e as responsabilidades do Gestor BIM enquanto o contrato estiver em vigor.

1.2. Este documento surge inserido enquanto anexo no contrato supra indicado, sendo indivisível deste. Em caso de existir algum conflito entre ambos, prevalece sempre o que estiver definido neste documento, isto é, no anexo para a contratação BIM.

1.3. As partes envolvidas concordam e são responsáveis por garantir que este documento surge agregado ou referenciado em todos os acordos e contratos realizados à luz do empreendimento supra indicado, na fase de projeto e/ou de construção, consoante o que estiver contratado.

1.4. Para os devidos efeitos, devem ser consideradas as seguintes definições no âmbito da contratação BIM que este documento vincula:

1.4.1. Ambiente Comum de Dados - Ambiente digital (local ou em rede), usado para reunir, gerir e disseminar a documentação, modelo gráfico e dados não-gráficos para toda a equipa do projeto.

1.4.2. Building Information Model (BIM) (Processo) - Conjunto de Usos BIM, fluxos de trabalho e métodos de modelação com o intuito de se obter informação específica e com qualidade a partir do modelo digital.

1.4.3. Building Information Model (BIM) (Produto) - Representação digital das características físicas e funcionais de um ativo, servindo como um repositório de informação ao longo do ciclo de vida desse ativo.

1.4.4. Building Information Modelling (BIM) - Termo usado para descrever o processo de criação de um modelo digital de um edifício ou outro tipo de ativo (tal como uma ponte, via de comunicação, túnel, etc.) usando informação orientada a objetos. O American Institute of Architects (AIA) definiu o BIM como sendo uma tecnologia baseada num modelo ligado a uma base de dados da informação acerca do projeto.

1.4.5. CT197 BIM - Comissão técnica nacional de normalização vocacionada para as questões associadas ao BIM.

1.4.6. Industry Foundation Classes (IFC) - Formato neutro e não-proprietário usado para descrever, trocar e partilhar informação.

1.4.7. Plano de Execução BIM (PEB) - Estratégia desenvolvida pelos fornecedores que comprime o plano de pré-contratação BIM e pós-contratação BIM.

1.5. Em caso de dúvida sobre alguma terminologia no âmbito BIM, deve ser seguida a definição presente na versão mais recente do "Glossário BIM" desenvolvido pela Subcomissão 3 da CT197 BIM.

2. Gestor BIM

2.1. O Gestor de projeto deverá ser designado pelo projetista/empreiteiro, consoante o que estiver a ser contratado. Poderá ser destacado para o papel um elemento de alguma equipa que esteja envolvida no projeto BIM ou ser uma pessoa externa contratada especificamente para o efeito. Ao abrigo do presente contrato, o Gestor BIM será:

2.1.1. Dados pessoais:

Nome completo: _____

Nacionalidade: _____. Sexo _____. Data de nascimento: _____

B.I. ou Cartão de Cidadão nº _____, nº de Contribuinte _____

2.1.2. Dados institucionais: (preencher caso represente alguma instituição/empresa)

Nome da instituição: _____

Nº de Contribuinte: _____

Com sede em: _____

_____. _____ - _____ Localidade: _____

2.1.3. Contactos oficiais no âmbito do projeto BIM:

Telemóvel: _____ . Telefone: _____

E-mail: _____

Contacto Postal: _____

_____. _____ - _____ Localidade: _____

2.2. Responsabilidades gerais:

O Gestor BIM é o elo de ligação entre todas as partes interessadas, nomeadamente as equipas de projeto e/ou construção e terá a responsabilidade de:

2.2.1. Contribuir para o desenvolvimento do PEB.

2.2.2. Garantir a correta execução do PEB, o cumprimento das metas nos prazos definidos e a aplicação do plano de gestão da qualidade.

2.2.3. Zelar por uma boa interoperabilidade e colaboração entre todos os agentes envolvidos no modelo, primando pela existência de um Ambiente Comum de Dados funcional.

2.3. Arquivo

2.3.1. O Gestor BIM é obrigado a criar e manter um arquivo de toda a informação BIM.

2.3.2. Por questões de segurança contra a perda de dados, o arquivo deve consistir em duas cópias iguais e mantidas em locais diferentes.

2.3.3. O arquivo deve ser constituído por pelo menos duas pastas. A primeira deverá conter todos os elementos e modelos que forem enviados ao Gestor BIM no formato em que foram criados e em formato IFC. A segunda deverá ter um histórico semanal do modelo global mais atual à data do arquivo, também no formato em que foi criado e em formato IFC.

2.3.4. Devem ainda ser consideradas as seguintes exigências no arquivo: (preencher caso necessário)

2.4. Outras competências

Por fim, são ainda competências do Gestor BIM: (preencher caso necessário)

3. Protocolo

3.1. Plano de Execução BIM (PEB)

O PEB descreve os processos, as responsabilidades e as obrigações de cada entidade envolvida no projeto BIM, de modo a concretizar as exigências BIM do dono de obra. Cada PEB deverá ter uma estrutura própria e adaptada ao caso em específico. Contudo, terá obrigatoriamente de conter os seguintes pontos:

3.1.1. Identificação de todas as partes interessadas que estejam envolvidas no modelo, descrevendo as suas responsabilidades e obrigações.

3.1.2. Plano de gestão das partes interessadas que defina os procedimentos de colaboração, pelo menos em termos de gestão do modelo e de reuniões da equipa BIM.

3.1.3. Discriminar ou referenciar algum documento normativo no qual constem as normas BIM que devem ser seguidas, nomeadamente em termos de regras de modelação.

3.1.4. Estabelecer o LOD requerido em cada elemento do modelo em cada fase e, além disso, esclarecer (por texto ou referenciando outros documentos) o que se considera em cada LOD.

3.1.5. Em complemento ao ponto anterior, referir concretamente os usos BIM a serem contratados em cada fase.

3.1.6. Calendário que estipule não só todos os prazos de submissão e de aprovação de informação, como também os pontos de controlo.

3.1.7. Plano de custos em que, para além dos custos em cada etapa, estipule os pontos de controlo dos custos, assim como o desvio máximo em cada etapa a partir do qual o dono de obra terá de ser informado e terá de autorizar o novo valor dos custos.

3.1.8. Plano de gestão da qualidade que contemple, pelo menos, os controlos de qualidade com os seus respetivos indicadores e um plano para o tratamento de não conformidades.

3.1.9. Se o gestor BIM não for o mesmo ao longo de todas as fases do empreendimento, o PEB deverá assegurar uma correta passagem de responsabilidades, definindo concretamente quando se dará a mudança de gestor BIM, qual o estado em que o modelo terá de estar e quais as informações que têm de ser transmitidas ao novo gestor BIM pelo seu antecessor.

3.1.10. Outros: (preencher caso existam outros pontos a incluir obrigatoriamente)

3.2. Incompatibilidades

3.2.1. Para todos os efeitos decorrentes de erros e omissões, deve-se seguir o que estipula a lei portuguesa em vigor, mais precisamente o que consta no Código dos Contratos Públicos e na legislação complementar.

3.2.2. Todos os erros e omissões descobertos através do projeto BIM devem ser imediatamente denunciados ao Gestor BIM que, por sua vez, deverá informar o projetista/empreiteiro e o dono de obra para que estes procedam em conformidade com a situação.

3.2.3. Qualquer interveniente no projeto BIM não poderá ser responsabilizado por problemas que estejam fora do âmbito do seu trabalho.

3.2.4. Os intervenientes no modelo BIM têm obrigação de avisar o Gestor BIM sobre todos os problemas e incompatibilidades que sejam de prever no desempenho do seu trabalho, sob pena de lhes serem imputadas responsabilidades. Todos os problemas e incompatibilidades possíveis de prever terão de ser denunciados ao Gestor BIM com antecedência suficiente, de modo a ser possível evitar a sua ocorrência.

3.2.5. Todos os problemas impossíveis de prever ocorrentes na modelação BIM, na troca de informação BIM, no arquivo BIM ou em qualquer situação que esteja prevista no PEB, que não puderem ser associados aos intervenientes executantes por estes terem seguido todas as indicações constantes no PEB, são responsabilidade do Gestor BIM e do projetista/empreiteiro, uma vez que deveriam ter garantido que o PEB salvaguardaria todas as situações.

3.2.6. Compete ao projetista/empreiteiro, através do seu nomeado para o papel de responsável do projeto BIM, o Gestor BIM, garantir a resolução dos problemas que se enquadrem no ponto 3.2.5.

3.3. Informação

3.3.1. As partes envolvidas poderão desenvolver o modelo com o *software* que preferirem, desde que seja compatível com o formato aberto IFC.

3.3.2. Se as partes trabalharem com o mesmo *software*, poderão colaborar com esse formato, sendo que todas as entregas feitas ao Gestor BIM para efeito de arquivo deverão incluir pelo menos um ficheiro IFC com toda a informação. Por sua vez, caso as partes trabalhem com *softwares* diferentes, a partilha de informação deverá ser feita em formato IFC.

3.3.3. A entrega final a realizar ao dono de obra deve incluir o modelo final e o arquivo que foi mantido pelo Gestor BIM com todas as informações do projeto BIM.

3.3.4. No final, o modelo e o arquivo terão de ser entregues obrigatoriamente em formato IFC ao dono de obra. Cabe ao Gestor BIM decidir se faz a entrega em mais algum formato para além do obrigatório acabado de referir.

3.4. Direitos de propriedade

3.4.1. Os direitos de propriedade de todo o projeto BIM pertencem única e exclusivamente ao dono de obra. Nesse sentido, todos os autores de elementos e todas as partes envolvidas no modelo, só poderão utilizar ou modificar a informação BIM no contexto do contrato celebrado, não tendo qualquer direito de usar o modelo com outro propósito.

3.4.2. Os direitos de propriedade poderão ser cedidos pelo dono de obra a terceiros mediante o preenchimento de uma licença própria para o efeito, que identifique e esclareça os direitos que estão a ser transmitidos, a quem, para que fim e durante quanto tempo.

Assinam, comprometendo-se com o que consta em todo o documento, as partes identificadas na primeira página e o Gestor BIM:

4.3.2. Justificação da adenda BIM ao contrato de adjudicação

A elaboração de um contrato BIM deve merecer especial atenção, não só para se garantir a adequada estruturação do processo de implementação BIM, mas também para se definir de forma correta as dinâmicas de colaboração a considerar (Costa e Antunes, 2016). Ora, foi precisamente com esse pensamento que se criou o modelo de adenda BIM acabado de apresentar, primando-se acima de tudo por conceber um documento que auxiliasse na adoção de ferramentas e metodologias BIM, clarificando as implicações inerentes à implementação BIM.

Tal como já foi mencionado anteriormente, pretende-se que a adenda seja uma base de trabalho na contratação em BIM que tenha um campo de aplicação amplo e, ao mesmo tempo, tenha aplicabilidade prática numa situação em concreto. Como tal, foi elaborada de modo a não ficar condicionada ou ultrapassada com, por exemplo, eventuais inovações de normas BIM ou alterações de requisitos BIM do dono de obra, tendo este sido um ponto sempre presente no processo de elaboração do modelo.

Recorde-se que o documento proposto consiste numa adenda que só por si não permite contratar em BIM. Por isso, para para cumprir o seu propósito, precisa sempre de estar anexa a um contrato de adjudicação. Com efeito, o início do documento serve para identificar não só o contrato ao qual está anexo, como também os outorgantes desse contrato. Só depois são introduzidas as questões contratuais do âmbito BIM.

De seguida apresentar-se-ão as justificações dos capítulos respeitantes às disposições gerais, ao gestor BIM e ao protocolo do modelo que foi proposto enquanto adenda BIM ao contrato de adjudicação.

4.3.2.1. Disposições gerais

No primeiro capítulo do modelo proposto começa-se por fazer um pequeno enquadramento, explicando o âmbito do documento, sendo esta uma boa prática que é recorrente em documentos do mesmo género, uma vez que ajuda logo à partida a esclarecer o que é que se vai tratar ao longo de toda a adenda.

Depois, dá-se a indicação clara às partes interessadas que a adenda é indivisível do contrato ao qual está anexa e que todos os contratos ou acordos celebrados no mesmo âmbito terão de se fazer acompanhar ou pelo menos referenciar a adenda BIM. Deste modo, salvaguarda-se que, por exemplo, um empreiteiro que assinou o contrato de adjudicação com o dono de obra e que pretenda subcontratar uma empresa para fazer um determinado trabalho, esta terceira entidade tem de

conhecer e obedecer aos requisitos e processos BIM contratados. Garante-se assim que toda a cadeia de contratação e todos os possíveis intervenientes são conhecedores da existência da adenda BIM e, conseqüentemente, ficam obrigados a fazer cumprir o que nela consta.

Note-se que como a adenda BIM só trata das questões relacionadas com o conceito BIM e o contrato é mais abrangente ao incluir tudo o que esteja envolvido na contratação do empreendimento, então faz sentido assumir que qualquer eventual conflito existente entre os dois documentos esteja necessariamente relacionado com o BIM, uma vez que adenda não aborda assuntos fora desse âmbito. Ora, a adenda BIM foi criada especificamente para atender às questões BIM e, por isso, é o documento mais apropriado para ser seguido em caso de divergências, razão pela qual é esclarecido que, em caso de conflitos no âmbito BIM, o que constar na adenda BIM sobrepõe-se ao contrato propriamente dito.

Por fim, considerou-se pertinente esclarecer alguns conceitos e definições que surgem ao longo do processo de contratação em BIM. Para não criar uma lista demasiado extensiva que desvirtuasse o objetivo da adenda, optou-se por referenciar o “Glossário BIM” desenvolvido pela Subcomissão 3 da CT197, pelo que qualquer dúvida sobre algum termo deverá ser esclarecida com a definição presente neste glossário. Escolheu-se o glossário elaborado pela CT197 porque, como se viu, esta é uma das entidades mais ativas na criação de bases que permitam uma adequada implementação BIM em Portugal e, nesse sentido, julga-se que será o glossário apropriado por ser o mais completo e sujeito a atualizações constantes.

4.3.2.2. Gestor BIM

O Gestor BIM tem um papel fundamental, principalmente quando a implementação BIM ainda não está bem consolidada como é o caso da indústria AEC portuguesa. Esta nova personagem, além de ser o elo de ligação entre todas as partes interessadas, tem a responsabilidade de primar pelo cumprimento dos requisitos BIM contratados e de garantir a qualidade e a correta execução de tudo o que seja feito à luz das metodologias BIM.

A escolha do perfil do Gestor BIM deve recair numa pessoa com alguma formação em BIM, bem como suficiente experiência para o tamanho e complexidade do empreendimento. Deve ainda ter algum à vontade a trabalhar com os *softwares* que estejam envolvidos no projeto BIM, de modo a conseguir coordenar os trabalhos apropriadamente e com conhecimento de causa sobre as ferramentas utilizadas e todas as suas potencialidades e limitações.

Pode ser destacado um elemento de alguma equipa que esteja envolvida no projeto BIM para desempenhar o papel de Gestor BIM ou então ser uma pessoa externa contratada para esse efeito. A razão pela qual a adenda confere ao projetista/empreiteiro a responsabilidade de designar uma pessoa que fique com estas funções, deve-se ao facto de serem estes os responsáveis por todos os trabalhos

em obra desde o momento em que é assinado o contrato de adjudicação. Além disso, o perfil e currículo do gestor BIM apresentado na fase de concurso é um fator de diferenciação entre todos os concorrentes que deverá ser considerado na avaliação de propostas, sendo esta uma característica intrínseca à proposta levada a concurso e, conseqüentemente, fica uma responsabilidade do projetista/empreiteiro corresponder àquilo a que se propôs.

Como já se percebeu, o Gestor BIM é responsável por coordenar tudo o que envolva BIM, conjugando todas as suas tarefas com o trabalho dos outros intervenientes. Contudo, no que diz respeito ao arquivo, o Gestor BIM é o único com acesso e com capacidade de o alterar. Assim sendo, dá-se especial atenção ao arquivo neste capítulo, por ser uma competência exclusiva do Gestor BIM.

Se for condensado a uma palavra, poder-se-ia dizer que o BIM se resume a “informação”, mais precisamente a uma forma própria de criar, gerir e cruzar informação. No seguimento deste raciocínio percebe-se o quão importante é o armazenamento seguro de cópias de toda a informação envolvida no empreendimento, sob pena de todo o esforço e empenho na execução de um projeto integrado BIM ser em vão. Posto isto, e para precaver eventuais acidentes a médio/longo prazo, o arquivo deve ter duas cópias do seu conteúdo guardadas em locais distintos.

No que diz respeito a possíveis falhas ou acidentes a curto prazo como, por exemplo, eliminação de parte do modelo por engano de algum interveniente no projeto BIM, o arquivo deverá estar prevenido ao ser formado por uma pasta com todos os elementos ou partes do modelo, que devem ser enviados ao Gestor BIM no seu formato de origem e em IFC, e por outra pasta que contenha um histórico de *backups* pelo menos semanais do modelo integrado BIM, também no seu formato de origem e em formato IFC.

Por fim, deixa-se em aberto um espaço para serem colocados cuidados extra a ter com o arquivo ou para se referirem outras responsabilidades do Gestor BIM que eventualmente façam sentido devido às especificidades do empreendimento em causa e/ou às particularidades dos usos BIM definidos pelo dono de obra.

4.3.2.3. Protocolo

O capítulo do protocolo da Adenda BIM apresenta 4 pontos essenciais: Plano de Execução BIM, Incompatibilidades, informação e, por fim, direitos de propriedade.

Plano de Execução BIM (PEB)

Para que haja sucesso na implementação BIM, a coordenação e a colaboração entre todas as partes é uma necessidade absoluta. Com efeito, é imprescindível que o processo de contratação BIM preveja a implementação de um PEB, cuja estrutura principal deve estar definida desde o início do

processo de contratação, mas que apenas fica completo depois da adjudicação, obrigando, entretanto, à realização de uma série de reuniões de coordenação. Na maioria dos casos serão suficientes entre 2 a 4 reuniões, sendo que a primeira será para integrar e pôr em contacto os responsáveis de todas as entidades envolvidas e as seguintes reuniões serão mais vocacionadas para detalhes relacionados com a execução propriamente dita, exigindo, por isso, a presença dos intervenientes diretos no projeto BIM. O desenvolvimento do Plano de Execução BIM baseia-se em 4 fases principais, tal como preconizado pelo *BIM Project Execution Planning Guide* (CIC, 2011), que se encontram expostas na Figura 20 (Costa e Antunes, 2016):

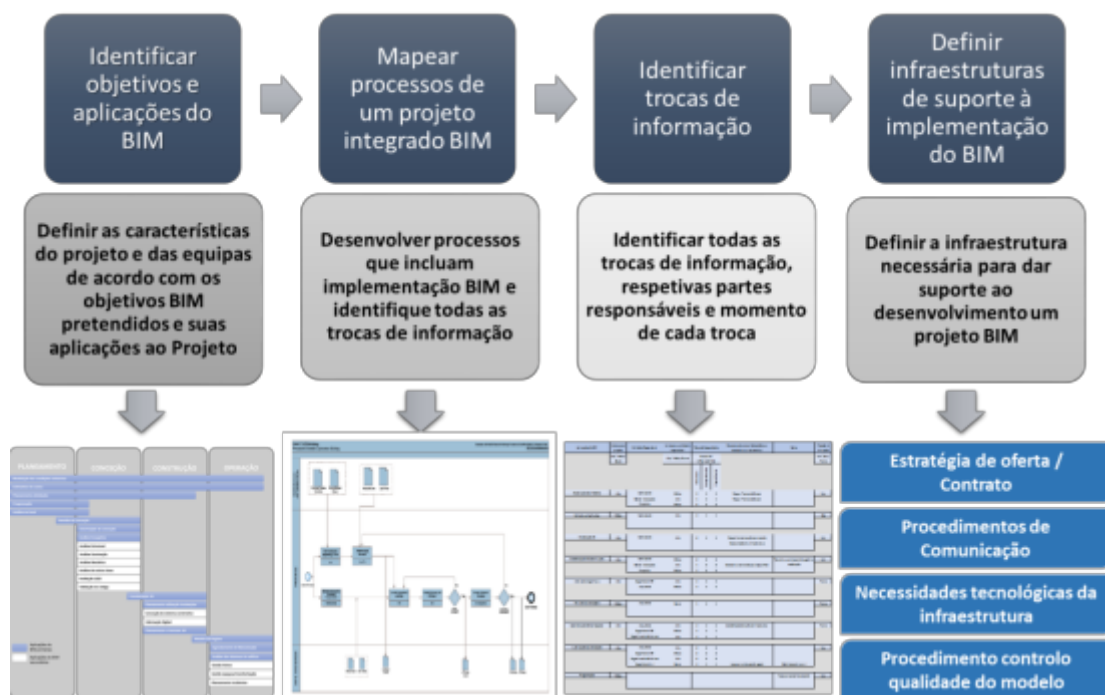


Figura 20 - Fases do desenvolvimento de um PEB (Costa e Antunes, 2016)

O PEB resume-se, portanto, a uma espécie de caderno de encargos BIM, que descreve o modo como todas as ferramentas BIM devem ser utilizadas e como todas as metodologias devem ser realizadas, em prol da concretização de um projeto BIM que vá ao encontro das exigências do dono de obra e, conseqüentemente, dos usos BIM estipulados para o empreendimento em questão.

No caso do modelo proposto para uma Adenda BIM, apenas são mencionados os diversos pontos que obrigatoriamente deverão estar contemplados no PEB, independentemente do tipo de empreendimento em causa. Isto significa que os requisitos exigidos na Adenda BIM para o PEB são necessários, mas insuficientes para um PEB completo, ou seja, devem constar no PEB a par de outros tópicos considerados relevantes.

Refira-se que num processo de contratação, o PEB já vem mencionado desde a fase de concurso, sendo que um candidato também deve ser avaliado segundo a proposta que fizer para a forma e conteúdo do PEB. Assim sendo, os “outros tópicos considerados relevantes” acabados de mencionar no parágrafo anterior devem incluir todos os compromissos assumidos na fase de concurso, bem como outras questões consideradas pertinentes e que sejam, entretanto, reconhecidas, havendo um espaço próprio na Adenda BIM para se preencher com estas situações, de modo a ficarem contempladas contratualmente se assim for pretendido.

Quanto aos pontos obrigados pela Adenda BIM a constarem no PEB, evidencie-se a importância de todos os intervenientes, bem como as suas funções e responsabilidades, estarem claramente identificados. Todo o processo de colaboração e de coordenação das partes também é bastante relevante porque, como já se explicou, esta é uma questão fundamental na aplicação do conceito BIM e, além disso, constitui uma novidade na forma de estar de todos os intervenientes, pelo que terão de ser apoiados através da descrição dos procedimentos no PEB.

Os usos BIM que, recorde-se, são a orientação base para os requisitos do dono de obra e para o projeto BIM em si, deverão estar espelhados no PEB com a divisão dos respetivos usos pretendidos em cada fase do empreendimento porque só assim é possível dar um sentido a todas as exigências contratuais, percebendo-se o propósito do projeto BIM.

Tal como já foi mencionado, é importante o desenvolvimento de uma norma nacional que conduza a implementação BIM em Portugal ao orientar os utilizadores desta metodologia ao longo do ciclo de vida do projeto BIM. A proposta de Adenda BIM fideliza contratualmente os diversos intervenientes a seguirem determinadas normas e/ou *guidelines* que sejam identificadas como pertinentes e adequadas consoante os usos BIM definidos. Como a reduzida maturidade da implementação BIM em Portugal tem consequências diretas na falta de normas nacionais, deverão ser seguidos documentos internacionais de âmbito BIM enquanto o paradigma português não se inverte, sendo necessário referenciar esses documentos no PEB

Em termos de modelação, poderá ser seguida a norma *GSA BIM GUIDE*, que realça as melhores práticas a ter em conta na criação de modelos, a norma *NBIMS*, que remete para o *AIA DOCUMENT E202*, o qual define e recomenda o LOD desejado para cada elemento em cada fase do empreendimento, a norma *COBIM*, que também contém regras de modelação para o desenvolvimento de modelos BIM, e/ou o já mencionado *AEC (UK) BIM PROTOCOL*, que apresenta no seu conteúdo um capítulo inteiramente dedicado à modelação.

Com o intuito de se executarem todos os trabalhos nos devidos prazos, a Adenda BIM obriga o PEB a conter um mapa cronológico das tarefas a serem realizadas, principalmente com os prazos de submissão e de aprovação de informação. Para se evitarem derrapagens, ficam ainda contemplados no calendário os pontos de controlo a efetuar ao longo do projeto BIM.

Deverá ainda ser considerado um “plano de custos em que, para além dos custos em cada etapa, estipule os pontos de controlo dos custos, assim como o desvio máximo em cada etapa a partir do qual o dono de obra terá de ser informado e terá de autorizar o novo valor dos custos”. Facilmente se percebe que esta obrigatoriedade no PEB visa salvaguardar eventuais deslizes nos gastos financeiros, controlando periodicamente o ponto de situação em termos de custos e balizando os possíveis desvios orçamentais.

Por fim, torna-se importante que todo o projeto BIM seja alvo de um processo constante de melhoria contínua que permita promover as boas práticas e otimizar as metodologias BIM. Com efeito, o modelo proposto estipula que o PEB deverá contemplar um plano de gestão da qualidade BIM, o qual se pretende cada vez mais elaborado e exigente à medida que a maturidade BIM dos projetos for aumentando.

Incompatibilidades

Todas as incompatibilidades que estejam relacionadas com erros e omissões devem ser avaliadas pelo CCP, uma vez que, existindo uma lei portuguesa para o efeito, faz todo o sentido que todos os casos de erros ou omissões sejam regidos pelo que consta na lei portuguesa em vigor, pelo que a adenda esclarece que o facto de se estar a trabalhar em BIM não faz com que seja permitido a adoção de outra postura na resolução destes casos.

Assim, a única relação que o BIM tem com os erros e omissões é diminuir o seu potencial de ocorrência e o seu impacto, devido à possibilidade que dá às partes interessadas de diagnosticarem precocemente estes casos. Os intervenientes ficam ainda instruídos que, estando o projeto a ser realizado no âmbito BIM, deverão contactar o Gestor BIM perante situações em que se identifiquem potenciais ou reais erros e omissões. Depois, compete ao Gestor BIM informar o empreiteiro e o dono de obra sobre toda a situação para que estes procedam em conformidade.

A bibliografia defende que “deve ser assegurado no contrato que um qualquer participante na criação do modelo BIM, somente pelo facto de participar, não será responsabilizado por problemas que estejam fora do âmbito do seu projeto, fora dos seus honorários ou fora do risco que tem segurado” (Taborda, 2012). Assim sendo e considerando que a Adenda BIM é o documento que garante contratualmente as situações relacionadas com BIM, protege-se todo e qualquer interveniente no projeto BIM de ser responsabilizado por problemas que se enquadrem fora do âmbito do seu trabalho.

No que diz respeito ao BIM propriamente dito, nomeadamente à modelação e à partilha de informação, todos os problemas e incompatibilidades deverão ser reportados ao Gestor BIM assim que possível, de modo a evitar que ocorram. Em caso de existir algum problema que fosse possível de prever por algum interveniente do projeto, as responsabilidades serão desse interveniente, consistindo

























num método muito semelhante ao que o CCP prevê para apurar responsabilidades em matéria de erros e omissões.

Pelo mesmo raciocínio, “todos os problemas impossíveis de prever ocorrentes na modelação BIM, na troca de informação BIM, no arquivo BIM ou em qualquer situação que esteja prevista no PEB, que não puderem ser associados aos intervenientes executantes por estes terem seguido todas as indicações constantes no PEB, são responsabilidade do Gestor BIM e do projetista/empreiteiro, uma vez que deveriam ter garantido que o PEB salvaguardaria todas as situações”, pelo que compete ao projetista/empreiteiro garantir a resolução destes casos.

Informação

Em termos do formato digital da informação, poderão ser usados todos e quaisquer *softwares* desde que sejam compatíveis com o formato IFC, dado que fica celebrado contratualmente que a entrega final tem obrigatoriamente de englobar todo o projeto BIM em IFC. Existem diversos exemplos de *softwares* compatíveis com IFC, mostrando-se na Tabela 6 os mais recorrentes:

Tabela 6 - Exemplos de *softwares* compatíveis com o formato IFC (Poças, 2015)

Arquitetura		Estruturas	
ArchiCad	 GRAPHISOFT Virtual Building Solutions	Tekla Structures	 TEKLA
Revit Architecture	 AUTODESK	Revit Structure	 AUTODESK
Bentley Architecture	 Bentley Sustaining Infrastructure	Bentley Structural	 Bentley Sustaining Infrastructure
DDS-CAD Architecture	 DDS-CAD	CAD/TQS	 TQS
Allplan Architecture	 NEMETSCHKE Allplan	Allplan Engineering	 NEMETSCHKE Allplan
Vectorworks Architect	 NEMETSCHKE Vectorworks	CypeCAD	 cype
Gehry Digital Project	 Gehry Technologies	Tricalc	 Arktec
Planeamento		Gestão de Projetos	
AutoCAD Civil 3D	 AUTODESK	DDS-CAD Building	 DDS-CAD
Bentley PowerCivil	 Bentley Sustaining Infrastructure	Navisworks	 AUTODESK
Gestão e Orçamentação de Projetos		Synchro	 SYNCHRO SOLUÇÃO FISCAL PRAXIS
MS Project	 Microsoft Office	Solibri Model Checker	 SOLIBRI
Vico Office	 VICO SOFTWARE	Vico Office	 VICO SOFTWARE
Allplan BCM	 NEMETSCHKE Allplan		

Torna-se relevante referir que não existe nenhum *software* no mercado que englobe todas as funcionalidades e especialidades necessárias no ciclo de vida de um projeto, sendo indispensável a utilização de vários *softwares* que se complementem entre si. Posto isto, cabe ao utilizador escolher as ferramentas mais adequadas às necessidades do seu trabalho (Pissarra, 2010; Poças, 2015).

Em caso de dúvida ou de disputa na forma de partilhar informação, a adenda BIM salvaguarda neste ponto que todas as partilhas deverão ser feitas em formato IFC. Naturalmente que dois intervenientes que utilizem o mesmo *software* poderão trocar informação entre si nesse formato, não significando, contudo, a falta de obrigatoriedade de entregar um formato IFC ao Gestor BIM.

Como já se mencionou, fica contemplado em contrato que o formato da entrega final do projeto BIM terá de ser inevitavelmente em formato IFC, cabendo ao Gestor BIM exigir mais algum formato que considere interessante para a entrega final.

Direitos de propriedade

Termina-se o capítulo do protocolo com um tema sensível, sobre o qual deverá ficar bem esclarecido, *a priori*, a quem pertencem os direitos de propriedade, de modo a evitar possíveis reivindicações futuras que causem problemas ao dono de obra.

A explícita definição dos direitos de propriedade dos modelos BIM a desenvolver e a possibilidade da informação realizada no âmbito de um projeto BIM poder ser reutilizada posteriormente são, portanto, grandes preocupações atuais que devem ser tidas em conta enquanto requisitos contratuais.

Ora, os diversos intervenientes foram contratados pelo dono de obra para construírem o empreendimento e para o fazerem com recurso a ferramentas e metodologias BIM e, por isso, faz todo o sentido que no final o dono de obra tenha um direito total sobre o produto pelo qual pagou. Posto isto, entende-se que todos os direitos de propriedade do projeto BIM (elementos, modelos, informações, etc) pertencem única e exclusivamente ao dono de obra.

Assiste ainda ao dono de obra, enquanto único dono dos direitos de autor BIM, ceder esses direitos permanentemente ou temporariamente a alguma pessoa ou entidade para um determinado objetivo. Não obstante este direito, o dono de obra fica obrigado contratualmente a descrever a quem, com que fim e durante quanto tempo serão cedidos os direitos de propriedade do projeto BIM ou de parte desse projeto (por exemplo, de um elemento do modelo), de modo a balizar o âmbito da cedência e a serem evitados eventuais abusos de poder sobre os direitos de propriedade cedidos.

4.4. Validação do modelo proposto

Para o modelo proposto não cair num vazio e para se ter uma primeira validação da sua adequabilidade à indústria AEC em Portugal, realizaram-se entrevistas pessoais e/ou questionários a entidades chaves que fossem representativas dos principais intervenientes num empreendimento: um dono de obra, um projetista e um empreiteiro.

Note-se que o objetivo deste subcapítulo não é ter uma validação que garanta a transversalidade do documento a toda a indústria, até porque para tal seria necessária uma amostragem mais elevada de inquiridos. Em vez disso, pretende-se ter uma noção da eventual recetibilidade da indústria à Adenda BIM.

Assim sendo, pediu-se que cada um dos inquiridos que se apresentasse, bem como à empresa onde trabalha, que descrevesse sucintamente a sua relação com o BIM, que tecesse a sua opinião sobre a implementação BIM em Portugal e que avaliasse o modelo proposto, enunciando ainda eventuais pontos de melhoria considerados relevantes.

4.4.1. Dono de obra

O Dr. Luís Pinto Soares, que gentilmente se pôs à disposição para validar a Adenda BIM proposta na ótica de um dono de obra, trabalha na SONAE Sierra há 16 anos e atualmente é o Diretor do RioSul Shopping e do Tróia Shopping.

A Sonae Sierra é uma empresa com génese nacional, mas com uma atuação global, dedicada a servir as necessidades de investidores de retalho imobiliário indo ao encontro dos gostos e procura do consumidor nas diversas geografias onde opera. Embora seja proprietária em algumas situações, o foco da nova estratégia do seu negócio recai também na gestão de Centros Comerciais, atividade pela qual é reconhecida mundialmente. Em Portugal é líder de mercado nesta área.

Quando interpelado sobre o seu conhecimento do conceito BIM, Luís Pinto Soares afirma que “na SONAE Sierra procuramos sempre estar informados e acompanhar as tendências e as evoluções de todas as novas ferramentas que nos possam ajudar no desenvolvimento de novos projetos e que nos facilitem na gestão e manutenção dos projetos correntes (...). Enquanto diretor do RioSul Shopping e do Tróia Shopping tenho de estar sempre a acompanhar estas inovações e tento manter-me informado tanto quanto possível (...). Temos de seguir constantemente as novas tecnologias e utilizá-las para criarmos mais valor e mais competitividade para o nosso negócio”. Continua o seu raciocínio dizendo que “o BIM é uma dessas ferramentas trazidas pelas novas tecnologias. Estamos conscientes da sua existência e de algumas das suas potencialidades que nos

interessam. No entanto, ainda estamos numa fase de observação para ver como se consolida no mercado nacional”

Falando sobre a estratégia atual da empresa, informou que “salvo as exceções em que a SONAE Sierra está envolvida na construção de raiz de superfícies comerciais, na maior parte dos casos as obras da empresa no território nacional são remodelações, ampliações ou requalificações do edificado existente”. Luís Pinto Soares assegura ainda que, para a implementação de metodologias BIM em eventuais obras dos Centros Comerciais que dirige, são precisos projetistas e empreiteiros “experientes e que consigam dar resposta às exigências de um projeto em BIM”, concluindo que a procura por parte dos donos de obra vai surgir quando a “oferta for sólida”

Na sua avaliação da adenda, referiu que “a adenda parece interessante e cumpre o seu propósito de contribuir para uma contratação com o BIM integrado. Naturalmente que (enquanto dono de obra) sinto-me muito mais confiante se tiver documentos que me apoiem a fazer um tipo de contratação como este em BIM, principalmente quando a experiência e o conhecimento prático do BIM são inexistentes”.

Quanto às suas limitações, “diria que (a adenda) está muito vocacionada para a nova construção. Acho que a criação de uma versão mais virada para as remodelações seria importante e iria ajustar-se muito melhor à nossa empresa”. Contudo, prontamente reconheceu que “sim, esta adenda proposta é uma boa base de trabalho transversal e todos os donos de obra que queiram adaptá-la à sua realidade, na medida em que já têm parte do trabalho feito e não começam do zero”.

Confirma-se, portanto, a utilidade e a segurança que este documento transmite aos donos de obra que queiram contratar em BIM.

4.4.2. Empreiteiro

Após uma reunião de apresentação e discussão sobre o modelo proposto, o Eng. António Nunes deu a sua opinião do ponto de vista de um empreiteiro. Formado pelo Instituto Superior Técnico na especialidade de estruturas, conta já com cerca de 25 anos de experiência profissional, tendo formado uma empresa em 1999: a COBENG.

Fundada em 1999, a COBENG tem o sector das Obras Públicas e Construção Civil como área económica de atuação. Atualmente apresenta-se com uma vasta experiência adquirida e, acima de tudo, é um bom exemplo que retrata a realidade e o contacto que a maior parte das pequenas e médias empresas de construção têm com as metodologias e ferramentas BIM.

Na Tabela 7 encontram-se alguns exemplos de obras mais recentes executadas pela COBENG:

Tabela 7 - Exemplos de obras recentes da COBENG

Tipo de Obra	Obras Executadas			Datas	
	Designação Obra	Cliente	Valor contrato (Euros)	Início	Conclusão
Edificação	Empreitada de Acabamentos e Instalações Especiais do Edifício de Habitação / Rua Vale de Pereiro, n.7 a 13 / Lisboa	LEGADO DE MEMÓRIAS, INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS	1.328.465,95 €	2014	Em curso
Património protegido	“Palácio Nacional da Ajuda – Fachadas Sul e Oeste. Recuperação de Caixilhos”	DIRECÇÃO GERAL DO PATRIMÓNIO CULTURAL	108.480,00 €	2014	2014
Edificação	Habitação Jovem - Rua Costa Pinto, n.º 196 - Paço de Arcos	CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS	692.785,36 €	2013	2015
Edificação	Centro de Dia – Lar de S. Pedro de Tomar, Freguesia de S. Pedro, Tomar	ASSOCIAÇÃO DE APOIO SOCIAL DA FREGUESIA DE S. PEDRO DE TOMAR	826.029,41 €	2011	2012
Reabilitação	Obra de Recuperação da Fachada do Ginásio do CMRA	SANTA CASA DA MISERICÓRDIA DE LISBOA – CENTRO DE MEDICINA E REABILITAÇÃO DE ALCOITÃO	533.908,42 €	2011	2012
Edificação	Elaboração do Projeto e Execução da Obra de Construção da Unidade de Tratamento de Sintra/Amadora - CRI de Lisboa Ocidental	INSTITUTO DA DROGA E DA TOXICODEPENDÊNCIA, I.P.	595.925,62 €	2010	2011
Edificação	Construção do Edifício Escolar Clínico da Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade Nova de Lisboa, no Hospital de S. Francisco Xavier - 2ª Fase	UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA – FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS	1.487.790,29 €	2009	2010

Em termos de experiência BIM, o Engenheiro afirma que “até à data a COBENG não teve qualquer experiência em BIM puro, apesar de em grande parte das empreitadas, já existir a apresentação e implementação de um plano de controlo de qualidade, o qual permite melhorar continuamente os nossos processos”.

A não existência até à data de procedimentos BIM numa empreitada, “justificar-se-á não só pela novidade do processo, mas também pelo envolvimento que exige, o que no tipo de empreitadas

que temos levado a cabo não será provavelmente rentável no custo/benefício”. Continua afirmando que “a contratação BIM em Portugal, poderá surgir em projeto/empreitadas de complexidade acrescida, trazendo uma maior valia significativa e que terá um índice de rentabilidade interessante”.

Relativamente á adenda proposta, “julgo ser mais um contributo, não só para uma afirmação desta noção, mas também para um aprofundamento da solução. É claramente necessário que os donos de obra exijam BIM para nós, empreiteiros, termos de introduzir o BIM nos nossos processos”.

Os pontos da adenda BIM que o Eng. António acredita que poderiam melhorar são:

- Definir hierarquicamente as responsabilidades/funções dos intervenientes de forma gráfica (fluxograma), facilitando a leitura das atribuições;
- Definir mais em concreto as fases do processo BIM para o trinómio: projeto/conceção - execução – manutenção;
- Definir também mais em concreto as responsabilidades/atribuições e conteúdos, nas passagens de estado projeto/execução/manutenção, ou seja, em cada situação o BIM deverá definir de forma concreta os conteúdos e os prazos para a passagem de responsabilidades.

4.4.3. Projetista

Por fim, recolheu-se a opinião por parte de um projetista sobre o modelo, mais precisamente do Arquiteto Olavo Dias, Natural de Tavira, Licenciado em Arquitectura pelo Departamento de Arquitectura da ESBAL, em 1983. Com uma vasta experiência na área da docência universitária e na prática profissional da arquitetura, tendo fundado, em 1990, o Atelier Difusor de Arquitectura, o qual se mantém até hoje.

O Atelier Difusor de Arquitectura é uma empresa multifacetada, abarcando trabalhos das mais diversas escalas, desde planos urbanísticos a pequenas remodelações de interiores. O Atelier possui uma equipa estável e dinâmica que lhe permite responder com acuidade aos desafios que o mercado apresenta, tanto no sector público como no privado, no mercado nacional e internacional.

Olavo Dias afirma que “até ao momento não houve ainda nenhuma experiência em BIM no Atelier”, considerando que “os principais entraves à implementação do BIM prendem-se com o investimento necessário na formação dos colaboradores. A este custo, económico e de tempo, alia-se ainda o tempo de adaptação necessário à utilização desta metodologia, já que a mesma implica uma nova forma de pensar e desenvolver o projeto, bem como toda uma parametrização do programa para que se possam retirar benefícios efetivos do mesmo”.

Continua ao referir que a todas estas dificuldades, “acresce ainda que as empresas que colaboram connosco no desenvolvimento das especialidades de projeto também não fizeram a

transição do modelo tradicional para o modelo BIM, o que dificulta a implementação do mesmo nosso atelier”.

Por último, o arquiteto constata que “o nosso cliente típico ainda não valoriza a implementação da tecnologia BIM (...), nem está consciente das suas potencialidades porque, na realidade, não exige que o projeto seja feito em BIM”.

Quando questionado sobre a contribuição do modelo para a contratação BIM, Olavo Dias assume que “contribui, porque sendo um documento operacional determina a recolha de informações dos intervenientes/responsabilidades e procedimentos, os quais são fundamentais para a metodologia e gestão dos processos”.

No que diz respeito aos pontos de melhoria, “os procedimentos propostos estarem claramente identificados com a prática relacional entre as partes” seria importante para o arquiteto, ou seja, para um projetista ainda não são evidentes os procedimentos de colaboração e a atribuição de responsabilidades num projeto em BIM e, segundo Olavo Dias, “é fundamental estes aspetos estarem evidentes e inequívocos num documento contratual como esta adenda”.

5. CONCLUSÃO

5.1. Considerações finais

O levantamento das necessidades existentes na integração do BIM ao longo de todo o processo de contratação constitui uma abordagem ao problema que é fundamental para se ter uma visão global das medidas necessárias e para se poder agir em concordância com isso. Nesse sentido, o mapeamento das necessidades BIM realizado é uma mais valia por se ter identificado claramente essas necessidades e a sua aplicação cronológica.

No que diz respeito à fase de concurso, o dono de obra tem de apresentar explicitamente os seus requisitos BIM no programa de procedimentos e, para tal, deverá ser apoiado por pessoas que percebam de contratação em BIM e/ou por documentos de auxílio. Além disso, também o modelo de avaliação BIM a ser apresentado aos candidatos deverá constar nos documentos de concurso e, para a sua elaboração, o dono de obra terá igualmente de ser ajudado.

O modelo de adenda BIM proposto, já para a fase de adjudicação, é um passo importante na concretização prática de uma necessidade há muito identificada pelos entendidos na matéria. Naturalmente que terá de ser aprimorado e adaptado às realidades em que será utilizado, mas de qualquer forma garante desde logo algum conforto e segurança a um dono de obra que queira contratar em BIM e que esteja pouco informado sobre o assunto.

Evidencie-se que, muito embora se tenha feito um enquadramento temporal da utilização da adenda BIM num programa de concursos, o modelo que foi proposto para ser uma adenda BIM ao contrato não se restringe apenas ao sector público, podendo servir de base para a contratação BIM tanto para os donos de obra públicos, como para os donos de obra privados.

Em suma, os objetivos propostos para o presente trabalho foram atingidos com sucesso e, com base nas respostas durante o processo de validação do modelo, pode-se concluir que a Adenda BIM desenvolvida é um passo importante em prol da normalização BIM, consistindo numa ferramenta útil para a contratação, que tem certamente o potencial necessário para contribuir positivamente para a implementação BIM em Portugal.

5.2. Limitações

Existem diversos fatores que limitaram o trabalho desenvolvido, nomeadamente o facto de a indústria portuguesa não ter o seu nível de maturidade definido, pelo que se torna complicado saber quais os graus de maturidade em que a adenda BIM proposta é aplicável.

Além disso, na elaboração da adenda não foram abordados de forma independente o projeto e a construção, nem a contratação pública e a contratação privada. Embora se tenha tentado criar um

modelo adequado a ambos os casos e se tenha diferenciado sempre que era relevante fazê-lo, a verdade é que esta situação não deixa de ser uma limitação do estudo realizado.

Apesar de ser um claro contributo, note-se que a adenda proposta não permite, só por si, a contratação em BIM. É necessário criar um ecossistema de documentos para além da adenda que apoiem e permitam uma contratação BIM efetiva e eficiente.

A adenda BIM foi apenas validada com três entrevistas a um projetista, um empreiteiro e um dono de obra. Embora se tenha abrangido os três principais tipos de intervenientes, as entrevistas serviram apenas como um teste do modelo proposto, sendo que uma validação rigorosa deverá exigir a realização de inquéritos a uma amostragem de pessoas e entidades significativamente maior.

Refira-se ainda a existência de limitações na implementação BIM que, como se viu, estão relacionadas com a resistência das partes interessadas em adotar novos procedimentos para além dos tradicionalmente praticados, com a falta de incentivos fiscais ou legislativos para quem pretenda investir em inovação, com a falta de formação nas escolas de engenharia e arquitetura sobre novas metodologias como as que o BIM apresenta, com a monopolização das empresas de *software* que praticam preços insuportáveis para a maior parte das pequenas e médias empresas que pretendam integrar o BIM no seu modelo de negócio, entre outras.

5.3. Desenvolvimentos futuros

Um dos pontos positivos deste trabalho foi o mapeamento das necessidades BIM no processo de contratação. A própria adenda BIM acaba por referenciar muitos documentos que se revelam uma necessidade intrínseca à contratação em BIM e, conseqüentemente, à sua implementação estruturada. Assim sendo e com base em todo o trabalho realizado nesta dissertação, aconselham-se os seguintes desenvolvimentos futuros:

- Criação de um manual de apoio que auxilie o dono de obra a definir, consoante os usos BIM pretendidos, quais os requisitos BIM que deve exigir no programa de procedimentos do concurso;
- Ainda para a fase de concurso, seria interessante ser desenvolvido um guia que ajudasse a construir as matrizes multicritério de avaliação de candidatos e de propostas BIM;
- Considera-se de fundamental importância a criação de uma norma BIM nacional que estipule concretamente as regras de modelação, os processos de partilha de informação e todos os procedimentos BIM realizados num ambiente de projeto integrado;
- Embora a adenda BIM proposta tenha algumas diretrizes para a elaboração do plano de execução BIM (PEB), deveria ser criado um guião para o efeito que explicitasse com profundidade o enquadramento de todos os pontos do PEB e que sugerisse

possíveis formas e conteúdos deste documento consoante o tipo de empreendimento e os usos BIM pretendidos pelo dono de obra;

- Também seria útil que os usos BIM influenciassem diretamente o LOD e, para tal, seria necessário a criação de uma matriz que definisse o LOD conforme o uso BIM desejado;
- A manutenção e atualização constante do Glossário BIM é importante por ser um documento que explica o significado de todos os termos e conceitos e que esclarece as partes interessadas em caso de dúvida ou de litígio;
- Uma explicação mais profunda das responsabilidades concretas das partes e dos procedimentos de colaboração são pontos de melhoria identificados pelo empreiteiro e pelo projetista e, por isso, revelam-se importantes para que estas entidades se sintam mais confortáveis a trabalhar em BIM;
- Por fim, seria vantajoso desenvolver um plano universal de gestão da qualidade BIM para controlar o desempenho das práticas BIM em Portugal e medir a qualidade da implementação.

No que diz respeito à adenda BIM propriamente dita, desde o princípio que se assumiu que o modelo apresentado pode e deve ser melhorado e atualizado para versões que sejam cada vez mais úteis na realidade. Para tal, dar-se-á o direito de utilizar e modificar a adenda à Comissão Técnica de Normalização BIM, até porque o modelo proposto foi elaborado sob a alçada desta Comissão.

Um dos grandes focos de melhoria da adenda poderá ser a criação de uma ligação mais direta com os requisitos BIM do dono de obra, ou seja, seria interessante que a adenda BIM contemplasse no seu conteúdo os requisitos BIM do dono de obra, de forma a envolver contratualmente as partes interessadas com esses requisitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEC (UK) & BIM Standards Site. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <https://aecuk.wordpress.com/about>

AIA, The American Institute of Architects (2008). *Building Information Modeling Protocol Exhibit*

AIA, The American Institute of Architects (2012). *BIM Standards/Guidelines Survey*. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://network.aia.org/technologyinarchitecturalpractice/Home/bimstandards/>

AIA, The American Institute of Architects (2013). *Building Information Modeling and Digital Data Exhibit*

Antunes, J. M. (2013). *Interoperacionalidade em Sistemas de Informação*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho.

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

Barbosa, A. C. (2014). *A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático: Construção de uma ETAR na Argélia*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto.

BCA, *Building and Construction Authority* (2013). Singapore BIM Guide.

Bernstein, H. M., Young, N. W. Jr., & Jones, S. A. (2007). *Interoperability in the Construction Industry*.

Bew, M., & Richards, M. (2010). *BIM maturity model*.

BSI, The British Standards Institution (2013). *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*.

Building Smart – International home of openBIM. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications>

CIC, *Project Execution Planning Guide (2011)*. *Computer Integrated Construction Research Program*. Pennsylvania State University.

Clemente, J. M. (2012). *Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização – um caso de estudo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

- ConsensusDOCS (2008). *Building Information Modeling (BIM) Addendum*.
- Costa, A. A., & Antunes, A. (2016). *BIM na Contratação de Empreitadas e Obras Públicas*.
- Costa, A. A., Arantes, A. (2014). "How public contractors are evaluating tenders? Criteria and factors considered in the construction industry". Proceedings of the 2nd European Conference on e-Public Procurement. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Costa, A. A., & Tavares, L. V. (2013). *Advanced multicriteria models to promote quality and reputation in public construction e-marketplaces*. Automation in Construction.
- Cruz, C. (2016). *Contratação de Obras de Engenharia*. Tecnologia de Construção de Obras de Engenharia, Instituto Superior Técnico.
- CT197 – Comissão Técnica de Normalização BIM. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://www.ct197.pt>
- Davies, N., Woddy, P., Wenman, L., Purvis, R., Light, D., & Seymour-Smith, C. (2016). *AEC (UK) BIM Protocol*.
- DFP, Department of Finance and Personnel, Northern Ireland (2015). *Building Information Modelling (BIM)*.
- DGEEC, Direcção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://www.dgeec.mec.pt/np4/206/>
- Eastman, C., Lee, G., & Olofsson, T. (2008). *Benefits and Lessons Learned of Implementing Building Virtual Design and Construction (VDC) Technologies for Coordination of Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) Systems on a Large Healthcare Project*.
- Eastman, C., Teicholz, p., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling*.
- Ferreira, B. M. (2015). *Desenvolvimentos de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Freitas, J. G. (2014). *Metodologia BIM – uma nova abordagem, uma nova esperança*. Dissertação de Mestrado, Universidade da Madeira.
- Gequaltec (2011). BIM. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=BIM>
- Grilo, A., & Jardim-Gonçalves, R. (2009). *Value proposition of interoperability on BIM and collaborative working environments*. Automation in Construction.

Grilo, A., & Valadares Tavares, L. (2008). *O Building Information Model e a Competitividade do Sector da Construção*. Lisboa: OPET.

GSA, General Services Administration (2007). *GSA Building Information Modeling Guide Series 01 – Overview*.

HashtagBIM. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d>

Henttinen, T. (2012). *Common BIM Requirements*.

Instituto Português da Qualidade. Normalização. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://www1.ipq.pt/PT/Normalizacao/Pages/Normalizacao.aspx>

Jones, S. (2014) *Recent SmartMarket BIM Research by McGraw Hill Construction*.

Lino, J. C., Azenha, M., & Lourenço, P. (2012). *Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas*. Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL - BE2012. Porto: FEUP.

Madeira, P. A. (2011). *Building Information Modeling - Oportunidades e Desafios para Projectistas e Donos de Obra em Portugal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

Matos, J. C. (2014). *Implementação do BIM numa grande construtora Francesa*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Monteiro, A., & Martins, J. P. (2011). *Building Information Modeling - Funcionalidades e Aplicação*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: Secção de Construções Cívicas.

Mota-Engil Portugal. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://sinergia.mota-engil.pt/Detail.aspx?ParentId=14>

NIBS, National Institute of Building Sciences (2016). *National BIM Guide for Owners*.

NIBS, National Institute of Building Sciences (2008). *Overview, principles, and methodologies. United States National Building Information Modeling Standards*.

NIBS, National Institute of Building Sciences (2012). *National BIM Standards – United States*

Pennsylvania State University. *Computer Integrated Construction Research Program (2010). Project Execution Planning Guide*.

Pissarra, N. M. (2010). *Utilização de Plataformas Colaborativas para o Desenvolvimento de Empreendimentos de Engenharia Civil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: (<http://www.ptpc.pt/index.php/pt/400-ptpc-na-ct-197-a-industria-do-lado-da-normalizacao-bim>).

Poças, A. R. (2015). *Planeamento e controlo de projetos de construção com recurso ao BIM*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho

Pontes, J. (2016). *Modelo de Maturidade BIM para a Indústria Nacional*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

PORDATA. Consultado em 17-10-2016. Disponível em <http://www.pordata.pt/Portugal/Volume+de+negócios+das+empresas+total+e+por+sector+de+atividade+económica-2913>

Reinhardt, J., & Bedrick, J. (2013). *Level of Development Specification*. BIM FORUM.

Ribeiro, B., Lino, J. C., Azenha, M., Carvalho, J., & Barbosa, B. (2014). *Aplicação de Metodologias BIM no Contexto da Construção da Nova Ponte Sobre a Foz do Rio Dão*. 5as Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas - JPEE 2014.

Sá, J. P. (2014). *Modelação de estruturas em BIM - aplicação à extração automática de quantidades*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Silva, J. M. (2013). *Princípios para o desenvolvimento de projectos com recurso a ferramentas BIM*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Singapore Government Website. Consultado em 17-10-2016. Disponível em: <http://www.corenet.gov.sg>

Succar, B. (2009). *Building Information Modeling Framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation in Construction

Taborda, P. (2012). *O BIM como plataforma para concursos públicos: contribuição para uma metodologia de implementação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

ANEXO



Documento 0304

Adenda BIM ao contrato de adjudicação

CT197-BIM

Participantes:

António Aguiar Costa

Miguel Carvalho Narciso



ANEXO PARA CONTRATAÇÃO BIM

Este documento é um anexo que prevê a contratação em BIM, sendo parte integrante do contrato realizado no dia ____ de _____ de 20____, referente ao empreendimento: (Nome do empreendimento, fase abrangida (de projeto, de construção ou ambas) e local)

Entre:

(Nome, número de identificação fiscal, morada, telemóvel e e-mail. Em caso de ser uma entidade, indicar também os dados do representante)

E entre:

(Nome, número de identificação fiscal, morada, telemóvel e e-mail. Em caso de ser uma entidade, indicar também os dados do representante)

1. Disposições Gerais

1.1. Este documento determina todo o protocolo a ser seguido no âmbito BIM (Building Information Modeling), estabelecendo-se os pontos essenciais e obrigatórios do PEB, a forma de lidar com a informação do modelo e com os direitos de propriedade e o papel e as responsabilidades do Gestor BIM enquanto o contrato estiver em vigor.



1.2. Este documento surge inserido enquanto anexo no contrato supra indicado, sendo indivisível deste. Em caso de existir algum conflito entre ambos, prevalece sempre o que estiver definido neste documento, isto é, no anexo para a contratação BIM.

1.3. As partes envolvidas concordam e são responsáveis por garantir que este documento surge agregado ou referenciado em todos os acordos e contratos realizados à luz do empreendimento supra indicado, na fase de projeto e/ou de construção, consoante o que estiver contratado.

1.4. Para os devidos efeitos, devem ser consideradas as seguintes definições no âmbito da contratação BIM que este documento vincula:

1.4.1. Ambiente Comum de Dados - Ambiente digital (local ou em rede), usado para reunir, gerir e disseminar a documentação, modelo gráfico e dados não-gráficos para toda a equipa do projeto.

1.4.2. Building Information Model (BIM) (Processo) - Conjunto de Usos BIM, fluxos de trabalho e métodos de modelação com o intuito de se obter informação específica e com qualidade a partir do modelo digital.

1.4.3. Building Information Model (BIM) (Produto) - Representação digital das características físicas e funcionais de um ativo, servindo como um repositório de informação ao longo do ciclo de vida desse ativo.

1.4.4. Building Information Modelling (BIM) - Termo usado para descrever o processo de criação de um modelo digital de um edifício ou outro tipo de ativo (tal como uma ponte, via de comunicação, túnel, etc.) usando informação orientada a objetos. O American Institute of Architects (AIA) definiu o BIM como sendo uma tecnologia baseada num modelo ligado a uma base de dados da informação acerca do projeto.

1.4.5. CT197 BIM - Comissão técnica nacional de normalização vocacionada para as questões associadas ao BIM.

1.4.6. Industry Foundation Classes (IFC) - Formato neutro e não-proprietário usado para descrever, trocar e partilhar informação.

1.4.7. Plano de Execução BIM (PEB) - Estratégia desenvolvida pelos fornecedores que comprime o plano de pré-contratação BIM e pós-contratação BIM.

1.5. Em caso de dúvida sobre alguma terminologia no âmbito BIM, deve ser seguida a definição presente na versão mais recente do “Glossário BIM” desenvolvido pela Subcomissão 3 da CT197 BIM.



2. Gestor BIM

2.1. O Gestor de projeto deverá ser designado pelo projetista/empreiteiro, consoante o que estiver a ser contratado. Poderá ser destacado para o papel um elemento de alguma equipa que esteja envolvida no projeto BIM ou ser uma pessoa externa contratada especificamente para o efeito. Ao abrigo do presente contrato, o Gestor BIM será:

2.1.1. Dados pessoais:

Nome completo: _____

Nacionalidade: _____ . Sexo _____

Data de nascimento: _____ . nº de Contribuinte _____

B.I. ou Cartão de Cidadão nº _____ .

2.1.2. Dados institucionais: (preencher caso represente alguma instituição/empresa)

Nome da instituição: _____

Nº de Contribuinte: _____

Com sede em: _____

_____. _____ - _____ Localidade: _____

2.1.3. Contactos oficiais no âmbito do projeto BIM:

Telemóvel: _____ . Telefone: _____

E-mail: _____

Contacto Postal: _____

_____. _____ - _____ Localidade: _____

2.2. Responsabilidades gerais:

O Gestor BIM é o elo de ligação entre todas as partes interessadas, nomeadamente as equipas de projeto e/ou construção e terá a responsabilidade de:

2.2.1. Contribuir para o desenvolvimento do PEB.

2.2.2. Garantir a correta execução do PEB, o cumprimento das metas nos prazos definidos e a aplicação do plano de gestão da qualidade.



2.2.3. Zelar por uma boa interoperabilidade e colaboração entre todos os agentes envolvidos no modelo, primando pela existência de um Ambiente Comum de Dados funcional.

2.3. Arquivo

2.3.1. O Gestor BIM é obrigado a criar e manter um arquivo de toda a informação BIM.

2.3.2. Por questões de segurança contra a perda de dados, o arquivo deve consistir em duas cópias iguais e mantidas em locais diferentes.

2.3.3. O arquivo deve ser constituído por pelo menos duas pastas. A primeira deverá conter todos os elementos e modelos que forem enviados ao Gestor BIM no formato em que foram criados e em formato IFC. A segunda deverá ter um histórico semanal do modelo global mais atual à data do arquivo, também no formato em que foi criado e em formato IFC.

2.3.4. Devem ainda ser consideradas as seguintes exigências no arquivo: (preencher caso necessário)

2.4. Outras competências

Por fim, são ainda competências do Gestor BIM: (preencher caso necessário)

3. Protocolo

3.1. Plano de Execução BIM (PEB)

O PEB descreve os processos, as responsabilidades e as obrigações de cada entidade envolvida no projeto BIM, de modo a concretizar as exigências BIM do dono de obra. Cada PEB deverá ter uma estrutura própria e adaptada ao caso em específico. Contudo, terá obrigatoriamente de conter os seguintes pontos:

3.1.1. Identificação de todas as partes interessadas que estejam envolvidas no modelo, descrevendo as suas responsabilidades e obrigações.

3.1.2. Plano de gestão das partes interessadas que defina os procedimentos de colaboração, pelo menos em termos de gestão do modelo e de reuniões da equipa BIM.

3.1.3. Discriminar ou referenciar algum documento normativo no qual constem as normas BIM que devem ser seguidas, nomeadamente em termos de regras de modelação.

3.1.4. Estabelecer o LOD requerido em cada elemento do modelo em cada fase e, além disso, esclarecer (por texto ou referenciando outros documentos) o que se considera em cada LOD.

3.1.5. Em complemento ao ponto anterior, referir concretamente os usos BIM a serem contratados em cada fase.

3.1.6. Calendário que estipule não só todos os prazos de submissão e de aprovação de informação, como também os pontos de controlo.

3.1.7. Plano de custos em que, para além dos custos em cada etapa, estipule os pontos de controlo dos custos, assim como o desvio máximo em cada etapa a partir do qual o dono de obra terá de ser informado e terá de autorizar o novo valor dos custos.

3.1.8. Plano de gestão da qualidade que contemple, pelo menos, os controlos de qualidade com os seus respetivos indicadores e um plano para o tratamento de não conformidades.

3.1.9. Se o gestor BIM não for o mesmo ao longo de todas as fases do empreendimento, o PEB deverá assegurar uma correta passagem de responsabilidades, definindo concretamente quando se dará a mudança de gestor BIM, qual o estado em que o modelo terá de estar e quais as informações que têm de ser transmitidas ao novo gestor BIM pelo seu antecessor.

3.1.10. Outros: (preencher caso existam outros pontos a incluir obrigatoriamente)

3.2. Incompatibilidades

3.2.1. Para todos os efeitos decorrentes de erros e omissões, deve-se seguir o que estipula a lei portuguesa em vigor, mais precisamente o que consta no Código dos Contratos Públicos e legislação complementar.

3.2.2. Todos os erros e omissões descobertos através do projeto BIM devem ser imediatamente denunciados ao Gestor BIM que, por sua vez, deverá informar o projetista/empreiteiro e o dono de obra para que estes procedam em conformidade com a situação.

3.2.3. Qualquer interveniente no projeto BIM não poderá ser responsabilizado por problemas que estejam fora do âmbito do seu trabalho.

3.2.4. Os intervenientes no modelo BIM têm obrigação de avisar o Gestor BIM sobre todos os problemas e incompatibilidades que sejam de prever no desempenho do seu trabalho, sob pena de lhes serem imputadas responsabilidades. Todos os problemas e incompatibilidades possíveis de prever terão de ser denunciados ao Gestor BIM com antecedência suficiente, de modo a ser possível evitar a sua ocorrência.

3.2.5. Todos os problemas impossíveis de prever ocorrentes na modelação BIM, na troca de informação BIM, no arquivo BIM ou em qualquer situação que esteja prevista no PEB, que não puderem ser associados aos intervenientes executantes por estes terem seguido todas as indicações constantes no PEB, são responsabilidade do Gestor BIM e do projetista/empreiteiro, uma vez que deveriam ter garantido que o PEB salvaguardaria todas as situações.

3.2.6. Compete ao projetista/empreiteiro, através do seu nomeado para o papel de responsável do projeto BIM, o Gestor BIM, garantir a resolução dos problemas que se enquadrem no ponto 3.2.5.



3.3. Informação

3.3.1. As partes envolvidas poderão desenvolver o modelo com o software que preferirem, desde que seja compatível com o formato aberto IFC.

3.3.2. Se as partes trabalharem com o mesmo software, poderão colaborar com esse formato, sendo que todas as entregas feitas ao Gestor BIM para efeito de arquivo deverão incluir pelo menos um ficheiro IFC com toda a informação. Por sua vez, caso as partes trabalhem com softwares diferentes, a partilha de informação deverá ser feita em formato IFC.

3.3.3. A entrega final a realizar ao dono de obra deve incluir o modelo final e o arquivo que foi mantido pelo Gestor BIM com todas as informações do projeto BIM.

3.3.4. No final, o modelo e o arquivo terão de ser entregues obrigatoriamente em formato IFC ao dono de obra. Cabe ao Gestor BIM decidir se faz a entrega em mais algum formato para além do obrigatório acabado de referir.

3.4. Direitos de propriedade

3.4.1. Os direitos de propriedade de todo o projeto BIM pertencem única e exclusivamente ao dono de obra. Nesse sentido, todos os autores de elementos e todas as partes envolvidas no modelo, só poderão utilizar ou modificar a informação BIM no contexto do contrato celebrado, não tendo qualquer direito de usar o modelo com outro propósito.

3.4.2. Os direitos de propriedade poderão ser cedidos pelo dono de obra a terceiros mediante o preenchimento de uma licença própria para o efeito, que identifique e esclareça os direitos que estão a ser transmitidos, a quem, para que fim e durante quanto tempo.

Assinam, comprometendo-se com o que consta em todo o documento, as partes identificadas na primeira página e o Gestor BIM:
