

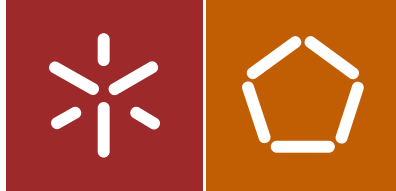


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Daniela dos Santos Pereira

Implementação do BIM nas Organizações:
Práticas e Sugestões para a Implementação

Marta Daniela dos Santos Pereira
Implementação do BIM nas Organizações:
Práticas e Sugestões para a Implementação



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Daniela dos Santos Pereira

Implementação do BIM nas Organizações: Práticas e Sugestões para a Implementação

Dissertação de Mestrado
Mestrado Internacional em
Sustentabilidade do Ambiente Construído

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor João Pedro Couto

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor João Pedro Couto, pela disponibilidade e prontidão nas respostas e esclarecimento de todas as minhas dúvidas e principalmente pela partilha de todo o seu entusiasmo pela temática BIM.

Ao Arquiteto Luís Sanos pela colaboração na escolha do tema desta dissertação.

À minha família por me ter proporcionado a formação académica e a estabilidade emocional necessária para poder levar até ao fim esta etapa da minha vida.

Ao meu namorado por todo o carinho, paciência e pelo tempo despendido e dedicação na revisão deste trabalho.

Às minhas amigas, Adriana Cecília, Rita e Marina por todo o auxílio prestado durante este longo período.

RESUMO

Até meados do séc. XX, o setor da construção civil desenvolveu-se muito rapidamente, sendo considerada a atividade industrial de maior consumo de recursos humanos e materiais. Representava, e continua a representar, um enorme peso para a economia e sociedade. No entanto, atualmente atravessa uma crise que abalou fortemente todo o setor em Portugal.

A necessidade de um desenvolvimento tecnológico e sustentável, a par da crise que se abate sobre o setor, representam barreiras que necessitam de ser ultrapassadas para a subsistência da construção em Portugal. Para possibilitar suprimir projetos de construção difíceis de gerir, onde um dos desafios principais é a interdependência dos vários intervenientes do projeto surge, como resposta eficiente às principais barreiras do setor da construção devido às suas inúmeras vantagens e benefícios associados, a metodologia BIM.

Apesar de surgirem com cada vez mais estudos, dissertações e trabalhos desenvolvidos sobre esta temática a nível nacional, estes não têm vindo a contemplar o desenvolvimento de normalização ou “*Guidelines*” de apoio capazes de auxiliar convenientemente os intervenientes da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), permitindo concluir que a implementação da metodologia BIM está numa fase muito embrionária. Assim, a presente dissertação propõe a elaboração de um guia de orientações e recomendações que permita auxiliar a implementação da metodologia BIM nas organizações em Portugal, com o intuito de disseminar e fomentar a adoção desta metodologia.

O caderno de orientações e recomendações apresenta-se como o principal objetivo desta dissertação. De forma a ser possível alcançá-lo enveredou-se pela elaboração de um inquérito, para aferir as práticas e caracterizar os processos de implementação da metodologia BIM em Portugal. Para tal foram identificados intervenientes que trabalhem em empresas com a metodologia BIM implementada para responderem a um inquérito. O inquérito serviu, principalmente, para identificar as principais estratégias adotadas para o sucesso da implementação da metodologia BIM. As informações recolhidas, resultantes da análise ao inquérito, mostraram-se fundamentais para o desenvolvimento e caracterização das melhores e mais adequadas estratégias e práticas que serviram de base para a definição do caderno, e que corresponde a um documento bastante ambicionado pelos utilizadores e adeptos da metodologia que pretendam implementar o BIM nas suas organizações.

Em suma, espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa possam contribuir para impulsionar a implementação da metodologia BIM em Portugal, podendo contribuir para a maior facilidade e eficiência na gestão das construções.

Palavras-chave: BIM, Organizações, Implementação, Caderno de Orientações e Recomendações.

ABSTRACT

Until mid-20th century, the civil construction sector has developed very quickly being considered the industrial activity with the biggest consumption of human and material resources. It represented, and still represents, a huge weight to the economy and society. However, presently it is going through a crisis that has strongly shaken all the sector in Portugal.

The necessity of a technological and sustainable development, alongside the crises that befalls the sector, represent barriers that need to be overcome to the sustainability of construction in Portugal. In order to allow to depress construction projects which are hard to manage, where one of the main challenges is the interdependence of the intervenients of the construction project, comes up as an efficient answer to the main barriers of the construction sector due to their countless advantages and benefits associated to the Building Information Modelling methodology.

Although they come up each time with more studies, dissertations and developed works about this theme at national level, they have not been contemplating normalization development or support guidelines capable of helping the AEC (Architecture, Engineering and Construction) industry intervenients, allowing to conclude that the BIM methodology is in a very embryonic phase. This way, the present dissertation proposes the elaboration of a orientations and recommendations notebook that allow to help the implementation of the BIM methodology in Portugal, With the purpose of disseminating and promoting the growth of the adoption of this methodology.

The notebook is presented as the main objective of this dissertation. In order to be able to achieve this it was carried out by an inquiry, to evaluate and characterize the implementation processes of BIM methodology in Portugal. So that that can be possible there were identified intervenients working in organizations with BIM implemented to respond to an inquiry that served to identify the main strategies adopted for the successful implementation of the methodology. The information collected, resulting from the inquiry, proved to be fundamental to the development and characterization of better and more adequate strategies and practices which served as the basis to the definition of a notebook, which corresponds of a document fairly ambitious by the users and supporters of BIM in Portugal.

In conclusion, it is waited that the results obtained in this research may contribute to boost the implementation of the BIM methodology in Portugal, being able to contribute to a more facility and efficiency in manage constructions.

Key-words: BIM, Organizations, Implementation, Orientation and Recommendations notebook.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivação.....	3
1.3 Objetivos	4
1.4 Metodologia	5
1.5 Estrutura da dissertação	6
2 ESTADO DA ARTE.....	9
2.1 Enquadramento	9
2.2 História do BIM	10
2.3 O que é o BIM.....	12
2.4 Potencialidades e funcionalidades do BIM	15
2.5 BIM e a sustentabilidade.....	18
2.6 Implementação BIM a nível internacional.....	20
2.7 BIM a nível nacional.....	24
2.8 Benefícios e barreiras associados à implementação da metodologia BIM	30
2.8.1 Benefícios.....	30
2.8.2 Barreiras	32
2.9 Níveis de maturidade da implementação do BIM.....	33
2.10 Casos de aplicação do BIM.....	35
2.10.1 BIM no mundo	35
2.10.2 BIM em Portugal.....	37
3 ELABORAÇÃO DO INQUÉRITO: LEVANTAMENTO DAS PRÁTICAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	41
3.1 Enquadramento e justificação	41
3.2 Metodologia para elaboração e implementação do inquérito	41
3.3 Estrutura do inquérito.....	44
3.3.1 Análise Geral - Caracterização dos inquiridos.....	44

3.3.2 <i>Building Information Modeling</i> (BIM) - Avaliação do conhecimento geral sobre a metodologia.....	45
3.3.3 Implementação do BIM nas organizações - Caracterização	45
3.3.4 Caracterização das principais dificuldades e barreiras	46
3.3.5 Avaliação das estratégias adotadas para ultrapassar os principais constrangimentos	47
3.4 Análise da informação recolhida.....	47
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO INQUÉRITO	53
4.1 Apresentação de resultados.....	53
4.1.1 Secção 1 – Análise geral	53
4.1.2 Secção 2 – <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	54
4.1.3 Secção 3 – Implementação do BIM nas organizações	58
4.1.4 Secção 4 – Dificuldades e barreiras	65
4.1.5 Secção 5 – Ultrapassar desafios	67
4.2 Limitações do estudo	69
5 CADERNO DE ORIENTAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	71
6 CONCLUSÕES	77
6.1 Principais Conclusões	77
6.2 Oportunidades e sugestões para trabalhos futuros	80
BIBLIOGRAFIA	83
ANEXOS	91
Anexo 1 – Inquérito	92
Anexo 2 – Resumo de resultados obtidos através do Google Forms.....	99
Anexo 3 – Emails enviados.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do que é o BIM	12
Figura 2 – Pilares de qualquer projeto de construção	14
Figura 3 – Visualização concetual do BIM, adaptado.	15
Figura 4 - Potencialidades e Funcionalidades do BIM	16
Figura 5 - Processo Colaborativo.....	18
Figura 6 - Perspetiva global da implementação BIM em todo o mundo.	24
Figura 7 - Cartaz de Divulgação – Seminário Building Information Modeling Possibilidades e desafios para a Arquitetura e Engenharia	26
Figura 8 - Cartaz de Divulgação – BIM nas estruturas de betão armado	27
Figura 9 - Cartaz de Divulgação – Workshop BIM – um modo inovador de projetar	28
Figura 10 - Cartaz Publicitário – BIC 2014 – <i>Building Information Modeling 2nd BIM International Conference – Challenges to Overcome</i>	29
Figura 11 - Nível de maturidade de BIM	34
Figura 12 – FreedomTower em Nova Iorque.....	36
Figura 13 - <i>Sutong Bridge</i> na China.....	37
Figura 14 - Vila Olímpica em Moçambique	37
Figura 15 - Sede da Vodafone no Porto	38
Figura 16 - Esquema da metodologia da elaboração do inquérito	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Volume de Negócios – Taxa de crescimento anual e contributos	2
Gráfico 2 – Número de respostas consoante a fase de resposta.....	48
Gráfico 3 – Região onde trabalha o inquirido.....	48
Gráfico 4 – Área de atuação das empresas	49
Gráfico 5 – Função que os respondentes exercem na empresa.....	49
Gráfico 6 – Formação da pessoa respondente.....	50
Gráfico 7 – Idade da pessoa respondente.....	50
Gráfico 8 – Anos de experiência da pessoa respondente	51
Gráfico 9 – Qual a origem da formação e conhecimento em BIM	54
Gráfico 10 – Grau de Conhecimento sobre a metodologia BIM	55
Gráfico 11 – Classificação da importância do BIM na indústria AEC	55
Gráfico 12 – Principais impactos do BIM nos projetos de construção	56
Gráfico 13 – Classificação da experiência em BIM	56
Gráfico 14 – Número de projetos BIM em que os inquiridos estiveram envolvidos.....	57
Gráfico 15 – Tipologia dos projetos BIM em que estiveram envolvidos	57
Gráfico 16 – Implementação da metodologia BIM nas empresas	58
Gráfico 17 – Período de tempo em que a metodologia BIM se encontra implementado nas organizações.....	59
Gráfico 18 - Nível de maturidade da implementação do BIM.....	59
Gráfico 19 – Nível de utilização da metodologia	61
Gráfico 20 – Fatores de motivação para a implementação da metodologia BIM.....	61
Gráfico 21 – Estratégias adotadas para a implementação	62
Gráfico 22 – Critérios adotados para a escolha de <i>software</i>	63
Gráfico 23 – Fatores que influenciam a implementação da metodologia BIM	64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Entraves e barreiras à implementação da metodologia BIM	66
--	----

ÍNDICE DE SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção;
AIA – *American Institution of Architects*;
AICCOPN – Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Publicas;
AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;
BDS – *Building Description System*;
BIM – *Building Information Modeling*;
B-rep – *Boundary representation*;
CAD – *Computer Aided Design*;
COBIM – *Common BIM Requirements*;
CSG – *Constructive Solid Geometry*;
DO – Dono de Obra;
GLIDE – *Graphical Language for Interactive Design*;
GSA – *General Services Administration*;
GT BIM – Grupo de Trabalho BIM;
GT PTPC – Grupo de Trabalho Plataforma Tecnológica Portuguesa de Construção;
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
IDP – *Integrated Design Process*;
IFC – *Industry Foundation Class*;
IPD – *Integrated Project Delivery*;
MEP – Mecânica, Eletricidade e Águas;
NTIEC – Núcleo de Tecnologia de Informação na Engenharia Civil;
PTPC – Plataforma Tecnológica Portuguesa de Construção;
SNF – Sociedades Não Financeiras;
2D – Duas dimensões;
3D – Visualização tridimensional;
4D – 3D + Tempo;
5D – 4D + Custos;
6D – 5D + Sustentabilidade;

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Até meados do século XX, a atividade industrial com maior consumo de recursos humanos e materiais era o setor da construção civil (Eastman C. M., 1999). Este setor de atividade desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico, este tem-se perdido para outros setores de atividade industrial (Martins, 2009).

Hoje em dia, a Construção ainda detém grande impacto na economia dos países, o mesmo sucede em Portugal (Martins, 2008). Em 2012, o setor da construção representava perto de 12% do número de empresas, 11% do emprego e 7% do volume de negócios das Sociedades Não Financeiras em Portugal (SNF) (Banco de Portugal, 2014).

A situação económica de Portugal aliada à estagnação imobiliária, ao abrandamento das obras públicas e à alteração do quadro legislativo tem conduzido a um momento importante de incentivo ao debate e à reflexão por parte dos intervenientes do sector, de forma a torná-lo mais competitivo (Couto & Teixeira, 2006). Temáticas como projetar atendendo às preocupações ambientais, às exigências dos processos de produção, legislações e gestão da informação do edificado e a sua manutenção e sustentabilidade incutem às empresas necessidades de evolução na inovação tecnológica, sendo este um novo desafio para o setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Apesar da importância do setor da Arquitetura, Engenharia e Construção, surge a atual situação nacional de declínio no que respeita aos últimos anos, devido à redução de obras públicas e privadas em Portugal, como se verifica no Gráfico 1. Apesar de uma diminuição geral do volume de negócios dos principais setores de atividade económica associados à construção, a diminuição mais acentuada verifica-se na construção de edifícios. Esta atividade tem vindo a decrescer há vários anos, com uma queda particularmente notória em 2011 e 2012. A atividade de engenharia civil apresenta taxas de crescimento negativas desde o ano de 2010. Comparativamente, o conjunto das Sociedades Não Financeiras (SNF) também reduziu no período de 2010 a 2012, embora de forma menos acentuada do que na construção.

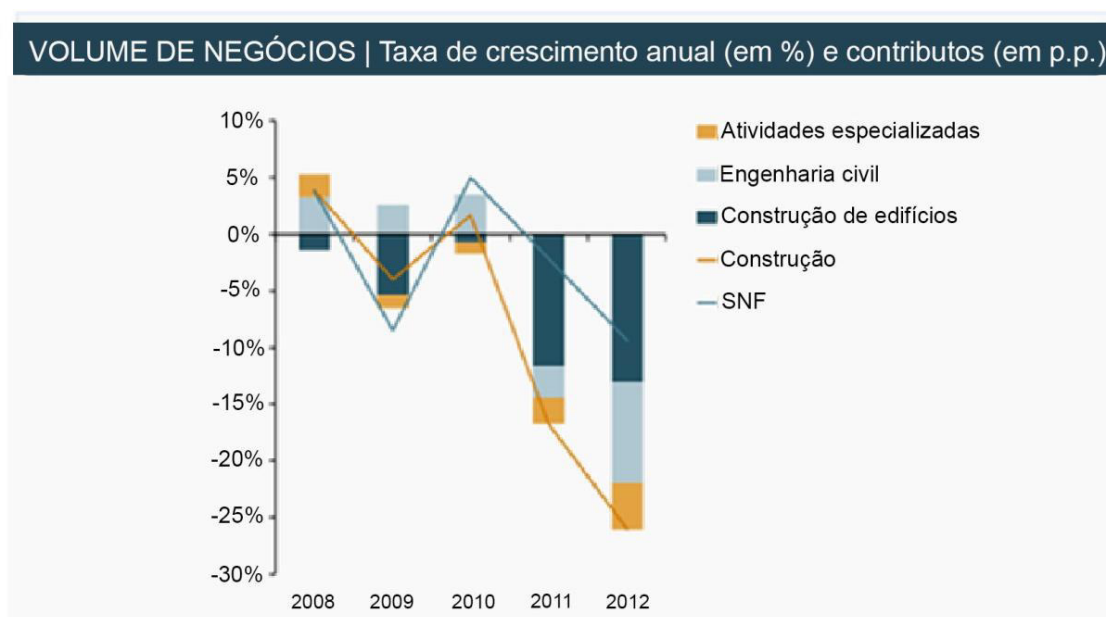


Gráfico 1 – Volume de Negócios – Taxa de crescimento anual e contributos (Banco de Portugal, 2014)

Apesar do decréscimo das atividades do setor, que se têm vindo a notar nos últimos anos devido à crise financeira que se abateu sobre os mercados, parecem estar, aos poucos, a recuperar. Um estudo da Informa D&B, empresa que fornece informação empresarial, estima uma inversão de ciclo para o setor da construção em 2015, antecipando um crescimento da atividade em 2% (Soares, 2014). Contudo, à semelhança do que acontece na Europa Comunitária, o setor da construção é essencial para a consolidação de uma estratégia de crescimento (AICCOPN, n.d).

Com a era da modernização e a abertura que se esbateu sobre a maioria das economias, a produtividade, a qualidade, a durabilidade e as novas tecnologias ganharam uma nova importância, que também se refletiu no setor da construção civil (Martins, 2008). Assim, e uma vez que o processo tecnológico se tem revelado ineficiente, aliado a projetos de construção cada vez mais difíceis de gerir, um dos principais desafios relaciona-se com a interdependência dos diferentes intervenientes num projeto de construção, tais como: organismos financeiros, arquitetos, engenheiros, advogados, empreiteiros e fornecedores (Sears, Sears, & Clough, 2008). Uma forma de gerir todos estes intervenientes de projeto correlaciona-se com o trabalho colaborativo, promovendo trocas de informação entre os mesmos de forma organizada e consistente.

A implementação de novas estruturas tecnológicas, novos processos de gestão e exigentes metodologias de conceção e construção digital como o *Building Information Modeling* – BIM constituem soluções com vista à otimização do processo de produção do setor da construção (Venâncio, 2015).

Ultimamente têm surgido vários estudos sobre a temática BIM, sendo verificadas e comprovadas as inúmeras vantagens que a utilização destes modelos traz a vários níveis. Os potenciais benefícios desta metodologia verificam-se desde a pré-construção, fase de ante projeto, até à manutenção do edificado, acarretando mais-valias em todas as fases do ciclo de vida das construções, as quais parecem dar resposta às principais necessidades do setor. De entre os vários benefícios destacam-se: repositório de toda a informação com livre acesso para todos os intervenientes no processo, redução de incompatibilidades de projeto e consequente minimização de erros e omissões, modelação virtual do edifício antes da construção, permitindo testar as mais diversificadas características, controlo do tempo e dos custos, reposição no modelo virtual das alterações no decurso da obra e consequente manutenção do edifício e a sua sustentabilidade. Atendendo a que as principais causas de problemas e conflitos nas construções advêm das deficiências dos projetos, todos os aspetos são especialmente importantes (Couto & Couto, 2007). No que toca à gestão da utilização e manutenção dos edifícios é possível entregar ao Dono de Obra um repositório de toda a informação, sendo este um documento importante para futuras intervenções no edificado.

Esta nova forma de visualizar todo o processo de construção, desde a conceção à demolição, tem evoluído rapidamente, abrangendo todos os intervenientes. No entanto, o estado de implementação da metodologia nas organizações encontra-se numa fase muito embrionária (Venâncio, 2015). Assim, e uma vez que não existe legislação nem qualquer orientação sobre a aplicação da metodologia BIM, torna-se imperativo averiguar as principais barreiras encontradas pelos pioneiros da implementação da metodologia em Portugal, bem como a forma que estes encontraram de as ultrapassar, criando um caderno de orientações que possibilite auxiliar outros interessados do setor da AEC na implementação esta metodologia nas suas organizações.

1.2 Motivação

A escolha da metodologia BIM como tema de dissertação surgiu com uma das disciplinas integrantes do Mestrado Internacional em Sustentabilidade do Ambiente Construído,

nomeadamente Processo de Projeto Integrado, onde uma das matérias abordadas foi a metodologia BIM. Esta disciplina foi lecionada por vários docentes da Universidade do Minho havendo, também a participação de alunos e profissionais, que à data se encontravam a desenvolver projetos que têm por base o BIM. A transmissão dos conhecimentos e o ânimo na partilha de informação e experiências gerou curiosidade sobre esta temática.

Através das pesquisas efetuadas foi possível perceber que esta temática, em Portugal, se encontra numa fase muito embrionária. Para além de serem muito poucas as organizações a utilizar atualmente esta metodologia, não existem praticamente estudos nem legislação, quer a nível Nacional quer a nível da Comissão Europeia, capaz de orientar os potenciais interessados a implementar a metodologia BIM nas suas empresas (Venâncio 2015).

Dada a lacuna normativa existente, e uma vez que o número de interessados na implementação da metodologia BIM é crescente, existe a necessidade de se estabelecer procedimentos e processos capazes de harmonizar a sua implementação. Assim, surge a principal e verdadeira motivação justificativa para a realização desta dissertação: a elaboração de um caderno de orientações e recomendações, baseado num inquérito efetuado a organizações portuguesas com a metodologia implementada.

1.3 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo principal a definição de um caderno de orientações e recomendações para implementação da metodologia BIM nas empresas do setor da construção civil, que corresponderá a um documento bastante ambicionado pelos potenciais utilizadores desta metodologia. Este caderno teve em consideração as principais dificuldades encontradas, bem como as estratégias adotadas pelos pioneiros da implementação da metodologia BIM em Portugal, e ainda a bibliografia internacional que tem surgido sobre esta temática.

Para atingir os objetivos mencionados no presente tópico de trabalho, foi necessário realizar os seguintes passos:

1. Proceder à análise bibliográfica acerca da análise da implementação da metodologia BIM;

2. Elaborar um questionário sobre o levantamento de práticas para a implementação do BIM em Portugal capaz de auxiliar e orientar a redação do caderno de recomendações através da experiência de implementação nas empresas Portuguesas;
3. Pesquisar e analisar as dificuldades encontradas pelos impulsionadores da implementação do BIM;
4. Identificar os problemas e dificuldades na implementação;
5. Elaborar o caderno de orientações e recomendações para o auxílio na implementação da metodologia BIM.

Através da pesquisa e trabalho desenvolvido, foi possível redigir um caderno de recomendações e orientações que poderá ser utilizado na prática e em empresas para apoiar o processo de implementação da metodologia BIM.

1.4 Metodologia

Esta dissertação teve como ideia base a elaboração de um guia ou caderno de orientações e recomendações de auxílio à implementação da metodologia BIM nas organizações em Portugal.

De forma a ser possível redigir o referido caderno, foi fundamental começar por analisar e realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o que se tem vindo a estudar e a escrever sobre a implementação do BIM em Portugal e noutros países do Mundo. Esta dissertação focaliza-se no estudo e processos da sua implementação nas empresas da indústria AEC.

Nos últimos anos têm sido realizados vários estudos e dissertações sobre a temática BIM. Todavia, analisando o Estado da Arte, verifica-se a inexistência de temáticas análogas ao estudo pretendido no âmbito da presente dissertação.

Assim, a metodologia de investigação iniciou-se com a definição da questão de investigação, nomeadamente, implementação do BIM nas organizações: práticas e sugestões para a implementação.

Esta dissertação não tem intenção de constituir um estudo teórico sobre a temática, mas sim um meio de orientação e ajuda para os intervenientes da indústria da AEC interessados em implementar a metodologia BIM nas suas organizações.

A par da pesquisa bibliográfica, e dado que, numa fase inicial, foi possível verificar a escassez de informação e documentos que auxiliem à implementação da metodologia, foi necessário enveredar por uma análise de informação mais específica, direcionando um inquérito aos pioneiros da implementação da metodologia BIM em Portugal.

Para ser possível obter resultados fidedignos, procedeu-se à seleção dos alvos do inquérito através da definição dos grupos envolvidos na temática BIM. O inquérito foi elaborado através da ferramenta *Google Forms*. Esta etapa concluiu-se com o envio dos inquéritos via correio eletrónico para cada elemento da amostra em estudo.

De forma a poder ajustar os resultados obtidos com o propósito do inquérito, foi necessário monitorizar as respostas obtidas e persistir para obter o maior número de respostas possível. O tratamento da informação foi realizado através dos resultados gerados automaticamente pelo *Google Forms*, aos quais foi efetuada uma análise crítica.

Posteriormente, foi efetuada uma compilação de todos os dados recolhidos através de pesquisa, levantamento bibliográfico e inquérito de forma a dar início ao processo de escrita do caderno de recomendações e orientações.

O trabalho foi concluído com a redação da dissertação, onde foram abordadas e explicitadas todas as informações recolhidas com a pesquisa, levantamento bibliográfico e inquérito.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em seis Capítulos distintos. O primeiro Capítulo introduz a temática da investigação, apresentando um breve enquadramento e motivação, os objetivos gerais e específicos da dissertação bem como a metodologia através dos quais foram cumpridos.

O segundo Capítulo foca-se na vertente do estado da arte, onde se clarifica o enquadramento da temática abordada e se efetua uma breve resenha histórica no que toca ao seu aparecimento

e desenvolvimento. Neste Capítulo são ainda abordados pontos como as potencialidades e funcionalidades da metodologia BIM, os seus principais benefícios e barreiras e os níveis de maturidade. Expõe também o nível de implementação da metodologia BIM a nível Internacional, onde é efetuado um levantamento de iniciativas governamentais e privadas em prol da sua aplicação, e o estado do BIM a nível Nacional, onde são apresentadas algumas atividades e iniciativas de divulgação e aprendizagem sobre a temática, sendo dados, ainda neste Capítulo, exemplos sobre casos de aplicação em Portugal e no Mundo. A recolha desta informação tem como objetivo contribuir para a compreensão da temática e para perceber como esta se tem desenvolvido e aplicado ao longo do tempo.

No Capítulo três, é abordada a questão da elaboração do Inquérito. Este Capítulo inicia-se com o enquadramento e justificação do questionário, seguindo-se a apresentação da metodologia adotada para a sua elaboração e, por fim, é efetuada uma análise à informação recolhida.

No Capítulo quarto, é apresentada a análise dos resultados obtidos com os inquéritos efetuados e as principais limitações do estudo. A análise dos resultados é dividida pelas seis secções do questionário, sendo desenvolvidas e analisadas individualmente.

No Capítulo cinco, é apresentado o caderno de orientações e recomendações derivado do estado da arte e do questionário efetuado a intervenientes da indústria da AEC.

O último Capítulo apresenta as principais conclusões sobre a pesquisa e aponta as recomendações para trabalhos futuros.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Enquadramento

Tradicionalmente, o processo de planeamento é sequencial, fragmentado e desorganizado, com comunicação ineficiente e carência de partilha de informação (Menezes, Viana, Junior & Palhares, 2011). Por norma, o projeto de arquitetura é subordinado às regras operacionais e aos projetos complementares de engenharia, estrutura, hidráulica, elétrico, AVAC, entre outros, que, por sua vez, se submetem ao projeto de arquitetura. Segundo Okamoto (2006), como consequência deste modelo tradicional e sequencial de elaboração de projetos, surgem erros de projeto, com grande quantidade de retrabalho, desperdícios, alto custo da produção e baixa qualidade dos produtos finais.

Assim, aparece, em resposta, uma metodologia com contribuições iniciais de conhecimentos e competências dos principais autores do projeto. Através da utilização de novas tecnologias e com a ideia de que todos os autores são parte interessada na obtenção de um projeto final eficiente e com o menor número de erros possível, torna-os mais produtivos e responsáveis. Esta necessidade de reformar as metodologias de construção deve-se, por um lado, ao facto de os projetos de construção terem vindo a tornar-se cada vez mais complexos de gerir e, por outro, aos principais desafios da indústria AEC para o presente século. Estes desafios resumem-se à otimização da gestão da elevada proliferação de informação, aplicação de práticas sustentáveis, preocupações energéticas globais e ao aumento da produtividade através de práticas Lean (Grupo de trabalho Lean na Construção, 2016).

A construção Lean está assente numa filosofia de gestão que surgiu no setor automóvel, mais especificamente na Toyota, e foi expandido progressivamente para todo o tipo de indústria e serviços. A filosofia Lean tem como premissas a otimização dos recursos utilizados, diminuição do tempo de execução, flexibilidade a alterações, melhoria da qualidade do produto final, diminuição dos custos e produção em massa (Grupo de trabalho Lean na Construção, 2016). Através desta filosofia nasce então o BIM, *Building Information Modeling*.

2.2 História do BIM

Em 1962, na publicação “*Augmenting Human Intellect*” de Douglas C. Englebart, antevê-se um modo de conceber com base em objetos parametrizados integrados numa base de dados (Englebart, 1962). No ano seguinte, Ivan Sutherland cria um programa de modelação com base em geometria, designado Sketchpad (Venâncio, 2015).

Nos anos 70 e 80, surgiram dois métodos diferentes de mostrar e gravar informação sobre a forma de geometria, o CSG (*Constructive Solid Geometry*) e o B-rep (*Boundary representation*). O primeiro é um método de representação de sólidos através de formas primitivas que podem representar “cheios” ou “vazios” que, combinados, constroem formas mais complexas. O segundo é um modelo de representação de fronteiras, compostas por topologia e geometria (Venâncio, 2015).

Na década de 70, o professor Charles M. Eastman, do Instituto de Tecnologia da Geórgia, em parceria com uma equipa de estudiosos, desenvolveu o conceito BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção) (Azenha, Lino & Caires, 2015).

O documento mais antigo a abordar o conceito, conhecido atualmente por BIM, foi um artigo publicado no agora extinto jornal *American Institute of Architects (AIA Journal)*, na Universidade Carnegie-Mellon em 1975, onde o autor do artigo, Charles M. Eastman, lecionou Arquitetura e Ciência da computação, entre 1974 e 1982 (Eastman, Teichloz, Sacks, & Liston, 2008). O artigo publicado é referente ao trabalho *Building Description System*, onde o autor inclui noções comuns sobre o BIM (Eastman, Teichloz, Sacks, & Liston, 2008).

O BDS foi criado para demonstrar que uma descrição computadorizada de um edifício poderia replicar ou melhorar todos os pontos fortes de desenhos como meio de elaboração de projetos, construção e operação, bem como eliminar a maioria das suas fraquezas (Eastman C., 1975).

Este conceito abre portas à passagem de projetos e documentos em papel para a utilização de sistemas computacionais (softwares) visando facilitar, essencialmente, a visualização e entendimento dos projetos e desenhos técnicos associados, os designados CAD (*Computer Aided Design*).

Em 1977, Charles M. Eastman propõe a noção de revisão automática de modelos, dando origem, três anos depois, ao *Graphical Language for Interactive Design* (GLIDE), o qual possuía, naquela altura, grande parte das características das plataformas BIM atuais (Venâncio, 2015).

Nos anos seguintes, surgiu nos Estados Unidos o conceito *Building Product Models* (Modelos de Produtos de construção) e na Finlândia o conceito *Product Information Model* (Modelos de Informação de Produtos) que se vieram a fundir dando origem ao *Building Information Model*.

O conceito de *Building Modeling* surge num artigo de Aish em 1986. Posteriormente, em 1992, Nederveen e Tolman publicaram, na Holanda, um artigo que abordava diversas visões de modelação da construção e a ideia de que a modelação de informações na construção é útil para fundamentar a estrutura de um modelo de construção, baseado nos diferentes pontos de vista dos vários participantes do projeto. Consta que esta seria a primeira utilização do termo *Modeling Building Information*, que abriu espaço para o *Buildign Information Modeling* (BIM) e a apresentação de uma nova mudança de paradigmas, do tratamento independente de cada aspeto e informação do projeto ao tratamento integrado dos aspetos e informações na construção (Menezes G. L., 2011).

Por outro lado, determinados autores afirmam que o termo *Building Information Modeling* foi empregue primeiramente por Jerry Laiserin, facto que este nega. Jerry Laiserin popularizou largamente a sigla ao padronizar o termo como um nome comum para a representação digital de um processo de construção de edifícios (Azenha, Lino & Caires, 2015).

Segundo alguns autores, a primeira implementação do BIM foi efetuada através do *Virtual Building*, da aplicação *ArchiCAD* da *Graphisoft* em 1987 (Azenha, Lino & Caires, 2015).

Nos anos 90, foi criado por Leonid Raiz um *software* de modelação, baseado em constrangimentos paramétricos, *Pro/Engineer*. Posteriormente, em conjunto com Irwin Jungreis e David Conant, este desenvolveu uma versão de gestão de projetos de arquitetura mais complexos, designado por *Revit* (Venâncio, 2015).

Em 1995 é registado o formato IFC (*Industry Foundation Class*) com o objetivo de permitir a troca de informação entre diferentes programas BIM, havendo uma extrema melhoria da interoperabilidade. Atualmente o IFC é regulado pela ISO 16739:2013.

Em 2002, a Autodesk compra o programa Revit, passando a promovê-lo. Dois anos depois criou metodologias de trabalho colaborativas, possibilitando a integração das diferentes especialidades do projeto num modelo único.

Estava, assim, aberto o caminho para a utilização do conceito de um sistema computacional coeso que permitiria a gestão e controlo das interações de processos e tecnologias envolvidas nos projetos de construção civil.

Em alguns países, esta metodologia já é uma realidade na AEC, contando com normalização específica e obrigatoriedade de implementação, enquanto que outros países, como Portugal, estão a dar os primeiros passos.

2.3 O que é o BIM

“Se uma imagem vale mais do que mil palavras, um modelo vale mais do que mil imagens.” (Edward McCracken) como pode ser observado na Figura 1, onde é ilustrado o que é o BIM.



Figura 1 - Ilustração do que é o BIM (GRAPHISOFT, 2015)

Conforme pode ser observado, o BIM consiste numa metodologia tridimensional de informação integrada, que permite uma nova abordagem aos projetos. Esta metodologia permite a comunicação e a troca de informação entre os intervenientes do projeto de forma transparente e mais eficiente e durante todas as fases do ciclo de vida da construção. Apoia-se num modelo digital, acessível por *software* e editável, permitindo a manipulação virtual da obra/produto (Azenha, Lino & Caires, 2015).

O modelo digital pode estar dotado dos mais diversos dados, como por exemplo, as características geométricas de todos os elementos que compõem um edifício, como vigas e janelas. Pode, ainda, apresentar dados e informações sobre topografia envolvente do edifício, implementação da construção, propriedades e atributos físicos dos materiais, planificação dos processos, processos construtivos, sustentabilidade, quantidades e custos, tempo necessário para a sua construção e as suas relações, entre outros. Torna-se assim, um modelo 3D, paramétrico, com informação. Ao longo do desenvolvimento do projeto pode ser acrescentada informação ao modelo. O conjunto de informação encontra-se armazenada e disponível numa base de dados, possibilitando que todos os intervenientes tirem partido delas, o que traz vantagens durante as diversas fases do ciclo de vida de um edifício.

O modelo 3D paramétrico, interligação de informação, é um sistema inteligente, que tem a capacidade de transformar a informação que era apenas legível por humanos para formatos legíveis por computadores. O enquadramento de modelos 3D paramétricos em BIM oferece vantagens sobre as abordagens 2D, como por exemplo, produção automática de cortes, plantas e pormenores construtivos sempre atualizados, interação com BIM *tools* (ferramentas e *software*) e a programação de aplicações que são interligadas com o modelo. Tudo isto permite otimização de tempo, custos e trabalhos durante a execução de projetos (Azenha, Lino & Caires, 2015).

As palavras *Building* (Edifício/Construção), *Information* (Informação) e *Modeling* (Modelação) são, hoje em dia, os três pilares de qualquer projeto de construção, Figura 2.

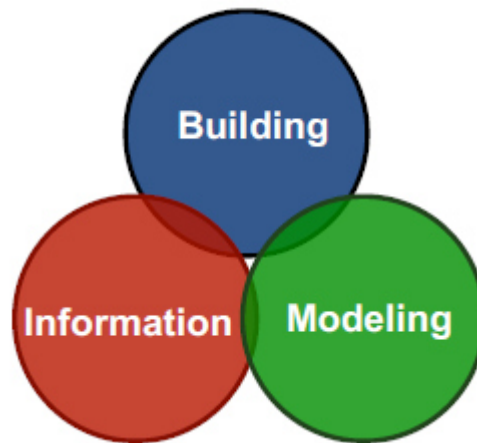


Figura 2 – Pilares de qualquer projeto de construção (Azenha, Lino, & Caires, 2015)

BIM é, então, um processo integrado no qual se geram as características funcionais e físicas de um projeto, digitalmente simulado, da construção do projeto real (Azenha, Lino & Caires, 2015).

Do ponto de vista da tecnologia, um modelo de informações de construção é uma simulação do projeto, composto pelos modelos 3D das componentes do projeto com *links* para todas as informações necessárias relacionadas com o planejamento de projeto, design, construção ou operação, conforme ilustrado na Figura 3 (Azhar, Khalfan, & Maqsood, 2012).

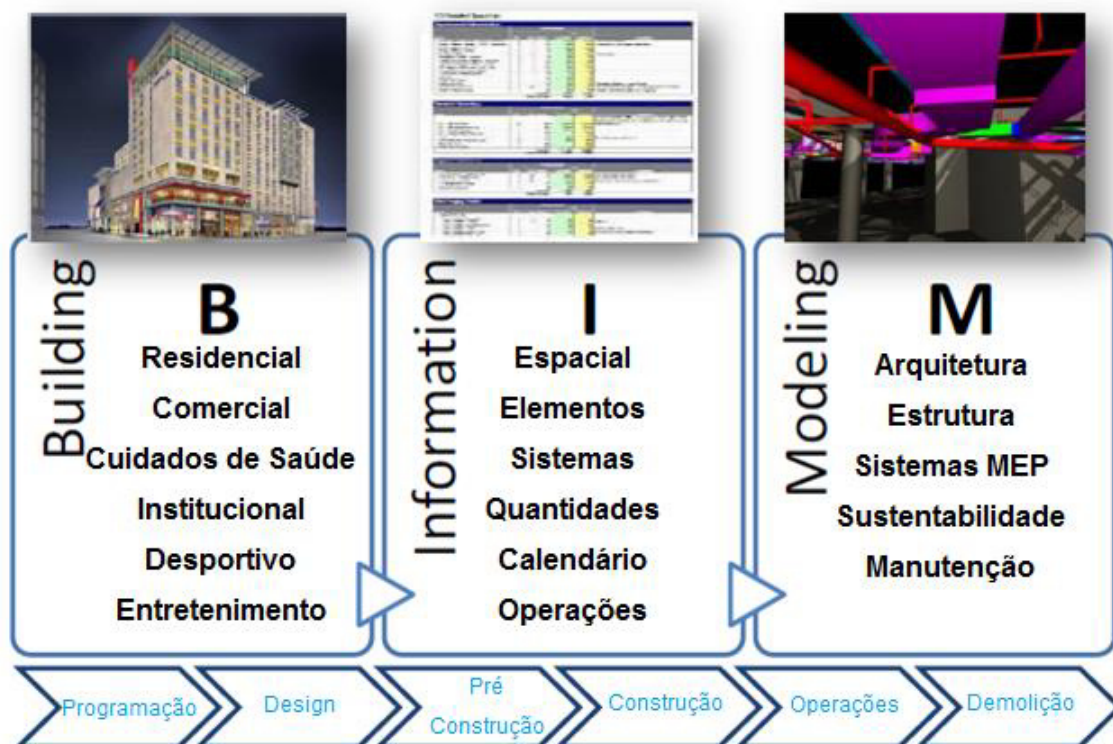


Figura 3 – Visualização concetual do BIM, adaptado (Azhar, Khalfan, & Maqsood, 2012).

A Figura 3 exemplifica de forma sintética o que é o BIM. Este está afeto a edifícios de carácter variado, nomeadamente Residencial, Comercial, Saúde, Institucional, Desportivo e de Entretenimento, cujos projetos devem ser dotados de informação a vários níveis, como por exemplo, o espaço envolvente, quantidades, tempo e operação, fundamentais para obter modelos mais completos, que permitem um dimensionamento mais eficiente no que concerne, por exemplo, à arquitetura, estruturas, sistemas MEP (Mecânica, Eletricidade e Águas), sustentabilidade e manutenção. Todos estes elementos proporcionam um melhor funcionamento da metodologia em todas as etapas da construção, pois estão interligadas, desde o planeamento, *design*, pré-construção, construção, operação e demolição.

2.4 Potencialidades e funcionalidades do BIM

A metodologia BIM, assim como outras metodologias, apresenta diversas potencialidades e funcionalidades, que se tornam relevantes para os projetos. As principais potencialidades e funcionalidades podem ser observadas na Figura 4.

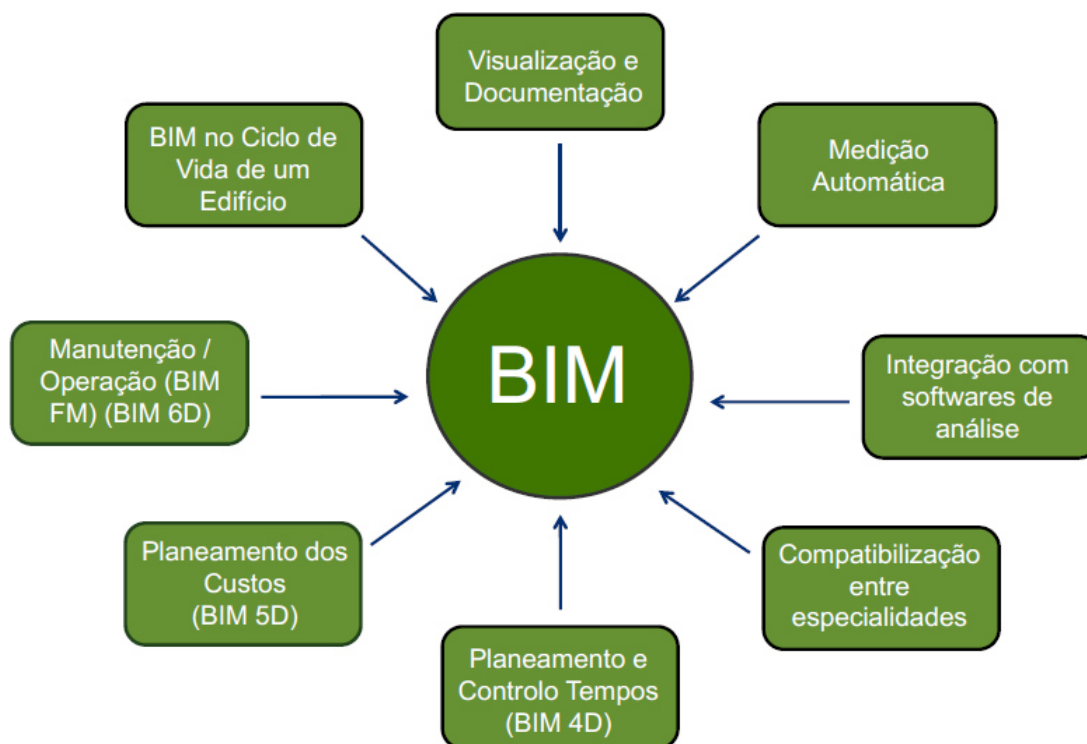


Figura 4 - Potencialidades e Funcionalidades do BIM (Azenha, Lino, & Caires, 2015)

As funcionalidades do modelo ajustam-se às diferentes fases de um projeto, no qual se distinguem diferentes níveis de informação nos modelos BIM à medida que este ganha complexidade e informação.

Numa fase inicial do projeto é criado um modelo tridimensional paramétrico – modelo BIM-designado por BIM 3D. O modelo permite facilidade de interpretar visualmente um edifício, permitindo uma visualização muito próxima do real, havendo *software* que facilita a navegação dentro do modelo, com a integração de várias especialidades. Assim, existe uma maior sensibilidade na deteção de erros e melhorias a introduzir no projeto, permitindo aos utilizadores gerar livremente as vistas desejadas de forma automática e instantânea, possibilitando também atualização imediata de alterações. Com estes modelos BIM, é possível proceder à verificação automática de conflitos entre as diversas especialidades, como por exemplo de um elemento estrutural a ser atravessado por uma conduta de AVAC, erro muito recorrente nos projetos de AEC (Barbosa, 2014).

Uma das tarefas mais importantes e mais meticulosas na atividade da construção reside na medição de quantidades do projeto, tarefa fundamental para orçamentação e planeamento. Nos métodos tradicionais, esta tarefa poderia demorar semanas e estava sempre sujeita à ocorrência de erros. Com o modelo BIM, é possível extrair a quantidade exata de forma

automatizada, auxiliando os utilizadores no planeamento e gestão da construção, possibilitando ainda o teste de várias soluções de forma a otimizar os resultados (Couto, 2015).

Uma outra funcionalidade, importante, do BIM é a capacidade de importar e exportar dados contidos nos modelos entre diferentes *softwares* potenciando análises ao nível de estruturas, verificação de normas, análises de eficiência energética, etc..

Quando se adiciona ao modelo a variável tempo, surge o BIM 4D, planeamento e controlo de tempos. A possibilidade de acrescentar a variável tempo na informação presente no modelo permite visualizar cronogramas de obra, simulando as fases da execução da construção, o que permite uma visão única da evolução do edifício ao longo do tempo. Esta potencialidade traz, como principais vantagens, a otimização das atividades e a projeção de cenários futuros.

O BIM 5D, planeamento dos custos, tem em consideração toda a informação relacionada com custos. Esta ferramenta permite obter diferentes simulações, antes do início da obra, estudando adaptações ou alterações de materiais que permitem conduzir a um maior rigor no controlo dos custos. Representa, assim, uma ferramenta de apoio à decisão, constituindo uma verdadeira mais-valia para a gestão dos custos de uma obra, pois permite um maior controlo dos custos, e, conseqüentemente, evita derrapagens nos orçamentos da obra.

O BIM 6D, operação/manutenção, está associado à fase mais longa e dispendiosa do ciclo de vida de um edifício. Esta dimensão consiste na gestão das instalações permitindo, devido à base de dados gerada com as atualizações do modelo que contempla a informação sobre todos os elementos, diferentes análises, como por exemplo, consumo de energia, emissões associadas e a certificação de edifícios verdes. Existem no mercado soluções de *software* que contemplam a possibilidade de agendar a manutenção preventiva, além disso existe facilidade de acesso à informação numa situação de urgência e possibilidade de efetuar simulações para uma maior eficiência na sustentabilidade do edificado.

Conforme a Figura 5, a metodologia BIM permite acompanhar todas as fases do ciclo de vida de uma construção, desde o projeto até ao desmantelamento/demolição e pressupõe a existência de um sistema colaborativo entre os intervenientes no projeto, desde o dono de obra, equipa de projeto, construtor até ao gestor do edificado. Devido ao sistema colaborativo, é possível transitar informação dando origem a documentos importantes que auxiliam na

manutenção e gestão do edifício. No fim de vida do edificado, devido à informação sobre os materiais utilizados na construção, existe maior facilidade na sua separação permitindo otimização dos materiais cujo destino seja reciclagem ou reutilização, havendo menor quantidade de material que não será valorizado, seguindo para aterro, por exemplo.

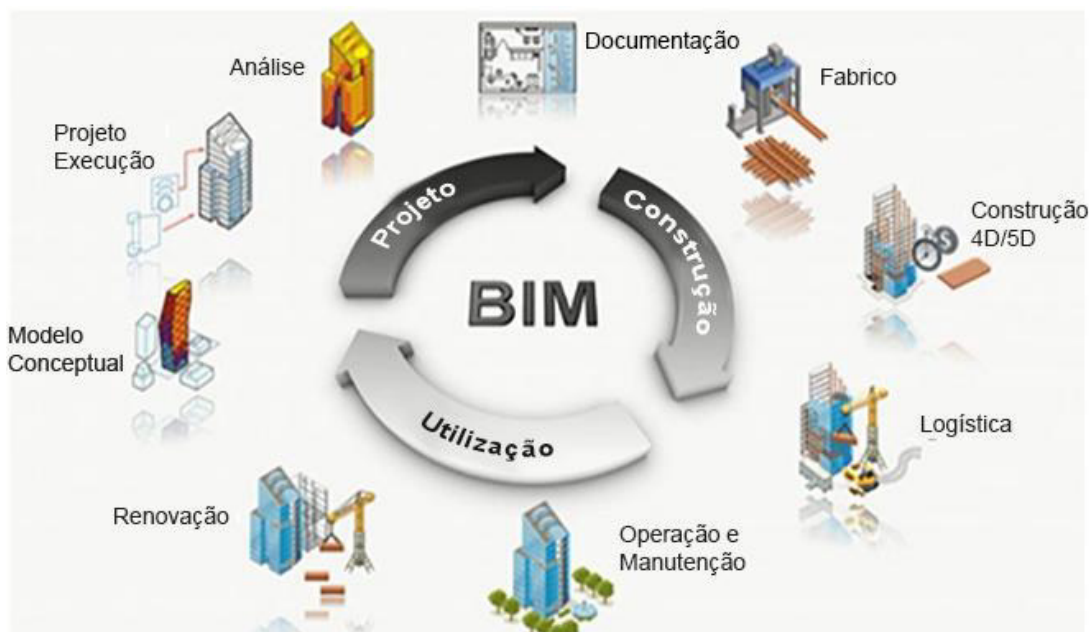


Figura 5 - Processo Colaborativo (Venâncio, 2015)

Esta nova forma de visualizar os projetos introduz uma mudança de processos e troca de informação entre todos os participantes de um projeto. Apresenta-se, assim, um novo paradigma de trabalho que implica colaboração constante e continuada em todas as fases de um projeto. Sendo o trabalho desenvolvido e partilhado por todos os responsáveis guardado numa base de dados e realizado através de uma plataforma de *software* especializado e interoperável, as informações ficam legíveis para todos.

A tecnologia BIM tem vindo a estimular uma nova metodologia de trabalho, estimulando um novo paradigma que está a alterar a forma como se projeta e controla a construção. Esta metodologia está em crescente evolução, numa busca de melhoria contínua e numa procura das suas potencialidades (Venâncio, 2015).

2.5 BIM e a sustentabilidade

Atualmente, os edifícios representam o maior consumidor de energia, uma vez que, em operação, são responsáveis por cerca de 40% das emissões de dióxido de carbono e energia global, água e outros recursos naturais (Motawa & Carter, 2012).

Devido à crescente preocupação com a mudança climática, o aspecto de avaliação do desempenho energético dos edifícios torna-se uma tendência para conseguir uma construção sustentável (Che, Gao, Hen, & Nguyen).

Com o aumento da consciência da população mundial para os edifícios ineficientes, começam a surgir diretivas em função da energia. Por isso, não surpreende que a melhoria do desempenho energético dos edifícios incremente a reforma radical do uso de energia e os esforços para a sustentabilidade.

O BIM surge como um processo integrado que permite explorar digitalmente características físicas e funcionais chave de um projeto, antes de ser construído. A informação coordenada e consistente, utilizada em todo o processo BIM, auxilia arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários a visualizar a construção antes da sua realização e acompanhar todo o processo de execução (Ahmad Jrade, 2013).

A utilização do BIM, para analisar os edifícios ajuda a fornecer uma infinidade de benefícios económicos, ambientais e sociais que vão muito além do cumprimento de legislação (Autodesk, n.d.).

O BIM pode, então, auxiliar na identificação de formas de reduzir o consumo de recursos, aumentar a oportunidade de utilização de energias renováveis, incrementar a eficiência energética e atender aos requisitos de sustentabilidade.

A redução do consumo de recursos permite identificar estratégias inteligentes e sustentáveis para a construção através de tecnologia moderna e mais eficiente, recorrendo a sistemas de controlo para reduzir o consumo de:

- Energia: as ferramentas de análise BIM permitem analisar as necessidades de aquecimento e arrefecimento, assim como identificar oportunidades de iluminação natural, selecionar equipamento mais eficiente, o que pode reduzir o uso de energia. Permite ainda incorporar dados meteorológicos e de energia do local de forma a estimar o consumo de energia de construção e as respetivas emissões de carbono;
- Água: a redução do uso de água está inerente à utilização de sistemas de aproveitamento, através da análise das opções de fornecimento de água potável e não

potável para os ocupantes e processos de construção. Avalia os sistemas de águas pluviais e simula o desempenho de eventuais sistemas de recolha, chuva, lagos, etc;

- **Materiais:** Permite selecionar materiais e/ou acabamentos reciclados ou renováveis durante a construção e permite também obter a extração da quantidade de material necessário para a construção de forma mais fiável, o que conduz à diminuição do desperdício de materiais e dos resíduos de construção.

A capacidade de criar um modelo claro e consistente e utilizá-lo como suporte para análise de custos e benefícios de um edifício proposto é a chave para incrementar a eficiência, diminuir a emissão de poluentes para a atmosfera, diminuir a quantidade de resíduos de construção e demolição, o que trará maiores benefícios para a saúde da população (Autodesk, n.d.).

2.6 Implementação BIM a nível internacional

A metodologia BIM, conforme já referido, tem vindo a desenvolver-se no decorrer dos últimos anos, existindo países onde o nível de desenvolvimento e de implementação já se encontra num estado de maturação mais avançado.

Como é do conhecimento geral, no dia-a-dia guiamo-nos, inconscientemente, por normas, quer no trabalho, quer na vida particular. As normas tornam a nossa vida mais simples e incrementam o progresso. Assim, a normalização para a temática BIM constitui valor acrescentado no que concerne ao desenvolvimento e à implementação.

Atualmente, existem países onde a utilização do BIM em edifícios já é obrigatória, como é o caso da Finlândia. Este país, há mais de 30 anos que se tem desenvolvido investigação e implementação do BIM na construção, sendo um dos países precursores do BIM e onde existem, presentemente, várias diretrizes BIM. O autor das primeiras diretrizes do BIM é a *Senate Properties*, responsável pela gestão dos bens de propriedades da Finlândia, que lançou, em 2007, uma atualização de um conjunto de normas de BIM (Azenha, Lino, & Caires, 2015). Em 2010, surgiu a iniciativa *Common BIM Requirements* (COBIM) com o intuito de melhorar e expandir o trabalho realizado com a norma *Senate Properties BIM Requirements 2007*, definindo requisitos nacionais. Esta norma tem a aprovação de organizações e empresas nacionais e internacionais (Common BIM Requirements, 2012).

A par da obrigatoriedade do BIM na Finlândia está Singapura, foi um dos primeiros países do mundo a avançar com uma estratégia de desenvolvimento e implementação da metodologia BIM, tendo sido dados os primeiros passos no ano de 1999, e ficando definida a obrigatoriedade do uso do BIM a partir do ano 2015 (Venâncio, 2015). Em 2008 a *Construction Authority* (BCA) implementou o sistema de aprovação de projetos mais rápido do Mundo. Este sistema permite aos projetistas submeter somente os seus projetos para aprovação através de um portal eletrónico. Em 2011, o sistema passou a incluir também os projetos de Instalações Hidráulicas, AVAC e Elétricas. O principal objetivo do BCA era obter 80% dos projetos em BIM até 2015 (Freitas, 2014).

Noutros países, como é o caso do Reino Unido, foram definidas metas a partir das quais a implementação do BIM passa a ser uma realidade obrigatória. O governo do Reino Unido tem em curso um programa legislativo com o objetivo de tornar obrigatória a utilização de BIM em obras públicas, funcionando como um motor do desenvolvimento das organizações. Até 2016, foi exigido o BIM 3D com a inerente quantificação automática. O governo deste país está ainda a reunir esforços para o desenvolvimento de normas que permitam o trabalho colaborativo em BIM entre todos os membros da cadeia AEC (Azenha, Lino, & Caires, 2015). As principais normalizações a destacar no reino unido são a PAS1192-2 *Specification for information management using BIM* e AEC (UK) *BIM protocol* (Venâncio, 2015).

A par dos restantes países nórdicos, o uso de BIM na Noruega encontra-se num nível de maturação elevado. A principal organização responsável pela normalização do BIM é a StatsBygg que lançou, em 2011, a norma StatsBygg BIM Manual V1.2 composta por requisitos genéricos para o BIM em projetos de construção e manutenção dos espaços. O objetivo desta norma é descrever os requisitos da StatsBygg para modelos BIM em formato IFC (Azenha, Lino, & Caires, 2015).

Seguindo o exemplo de alguns países vizinhos, onde o uso do BIM é obrigatório, a Alemanha está a tentar difundir o uso da metodologia BIM. Foi previsto em 2014 a publicação de um guia BIM com recomendações e conhecimentos para todos os interessados em usar o BIM neste país. O guia BIM é uma recomendação não vinculativa, pois não é uma diretiva obrigatória para utilizar nos projetos de construção (Silva, Salvado, Couto, & Azevedo, 2016).

Países como a Dinamarca e a Holanda possuem normas que potenciam e incentivam o uso do BIM nas organizações. Na Dinamarca, empresas como a *The Places & Properties Agency*, empresa estatal, e o *Defense Construction Services* exigem o BIM em todos os seus projetos. Na Holanda, o *Dutch Ministry of the Interior* (RGD) obriga, em 2012, ao uso de BIM para a manutenção de todos os projetos de grandes dimensões (Freitas, 2014).

O país que reúne o maior número de iniciativas analisadas em BIM e onde a sua implementação tem registado um maior crescimento são os EUA. Neste país, existem inúmeras organizações e universidades que têm publicado normas ou diretrizes. Assim, a normalização BIM nos EUA é muito dispersa e consiste em várias recomendações e guias para a implementação do BIM.

A filosofia IPD (*Integrated Project Delivery*) constitui um exemplo das iniciativas criadas nos EUA e consiste numa abordagem ao desenvolvimento dos projetos BIM que tem subjacente um nível de maturidade elevado e é compreendida pelo *American Institute of Architects* (AIA) como um meio para a integração de todos os processos num projeto, incluindo pessoas, sistemas e procedimentos (Venâncio, 2015).

A *General Services Administration* (GSA) é a entidade responsável pela construção e manutenção de todos os edifícios federais nos Estados Unidos, tendo exigido que todos os seus projetos, iniciados a partir de 2007, tivessem obrigatoriamente de utilizar BIM para o programa de validação dos espaços.

No Brasil, a metodologia BIM começou a ser implementada em algumas organizações privadas, tendo sido criada em 2010 a ABNT/CEE134, uma comissão especial para estudar a implementação da metodologia. Em 2011, foi generalizada para iniciativas públicas (Silva, Salvado, Couto, & Azevedo, 2016). O estado de Santa Catarina foi pioneiro na obrigatoriedade da implementação desta metodologia nas obras públicas até 2018 (Santos, Massa Cinzenta, 2014). São também conhecidos os esforços no sentido da implementação do BIM em países como a Austrália, Canadá, Coreia do Sul e China.

No final do ano de 2000, a indústria coreana começou a demonstrar interesse pelo BIM, que se difundiu rapidamente. Desde 2010 que o governo coreano foi aumentando gradualmente o âmbito dos seus projetos BIM. Em 2012 foi publicado um relatório detalhado sobre a situação da adoção e implementação do BIM neste país (Silva, Salvado, Couto, & Azevedo, 2016).

Assim, o *Public Procurment Service* obrigará o uso de BIM a partir de 2016, para os projetos cujo valor seja superior a 50 milhões de dólares para o setor privado e para todos os edifícios públicos (Freitas, 2014).

Em Hong Kong a *Hong Kong Authority* começou a exigir, a partir de 2014, que todos os novos projetos utilizem BIM (Freitas, 2014).

Apesar de já existirem países na União Europeia que utilizam esta metodologia há bastante tempo, tendo já as suas normas, a União Europeia está ainda a dar os primeiros passos. Assim, têm surgido esforços como a constituição de um grupo de trabalho CEB/BT para a normalização BIM, que se encontra, ainda, numa fase muito preliminar e a Menção de encorajamento à adoção da metodologia BIM na diretiva “*European Union Public Procurement Directive*” (EU PPD). Atualmente podem-se enumerar as seguintes normas ISO (Organização Internacional para Padronização):

- ISO 29481-1/ ISO 29481-2 (*Building information modelling – Information delivery manual*);
- ISO 16739 (*Industry Foundation Classes – IFC*);
- ISO 120063 (*Building construction – Organization of information about construction works*).

Um pouco por todo o mundo, como é possível verificar pela Figura 6, têm surgido iniciativas de legislação e regulamentação sobre o BIM. Algumas das iniciativas surgem com vista à imposição numa lógica *top-down*, do topo para baixo, ou seja, de organizações governamentais para organizações não-governamentais, bem como iniciativas da indústria e donos de obra, numa lógica *bottom – up*.



Figura 6 - Perspetiva global da implementação BIM em todo o mundo.

2.7 BIM a nível nacional

A metodologia BIM, em Portugal, tem vindo a despertar interesse em parte dos intervenientes do setor da AEC. Atualmente, não existe legislação europeia nem nacional, nem qualquer orientação sobre a implementação do BIM que começa a surgir cada vez com mais força. No entanto, já existem iniciativas transversais às empresas, aos organismos do estado e às universidades.

Uma das iniciativas BIM em Portugal partiu da Plataforma Tecnológica Portuguesa de Construção (PTPC) que criou um grupo de trabalho sobre esta temática, denominado GT BIM. Este grupo de trabalho é formado por docentes de várias universidades do país, como por exemplo a Universidade do Minho, a Universidade do Porto e o Instituto Superior Técnico de Lisboa, e por profissionais com vasta experiência em BIM. O principal objetivo deste grupo é promover a reflexão sobre o setor, apoiar iniciativas e projetos de investigação, estimulando o desenvolvimento e a inovação, e contribuindo para o aumento de competitividade da indústria AEC.

O BIMForum Portugal, formado por projetistas, empresas de construção, instituições de ensino superior e empresas representantes de diferentes *softwares* BIM, constitui uma das iniciativas portuguesas e tem como missão promover e acelerar a implementação do BIM no setor AEC. O BIMForum Portugal procura obter diferenciação e vantagem competitiva dos envolvidos entre os seus pares internacionais através da promoção do BIM em Portugal no

desenvolvimento de melhores práticas e padrões para a gestão da construção virtual (Venâncio, 2015).

A par do GT BIM e do BIM Forum, surgiu o BIMCLUB. Este é formado por um conjunto de pessoas do meio académico, envolvidas numa dinâmica de divulgação do BIM em Portugal e curiosas por aprender, fomentando a partilha de conhecimentos e práticas colaborativas. Esta iniciativa académica tem em vista o estabelecimento de uma plataforma virtual de discussão informal e promoção de iniciativas relacionadas com a implementação e divulgação do BIM, particularmente dirigido a estudantes e docentes. A génese desta plataforma vem realçar o importante papel das instituições de ensino no desenvolvimento de futuros profissionais no apoio à inovação e aproximação do mercado deste novo paradigma (Minho, n.d.).

Têm sido promovidas inúmeras iniciativas por diversas entidades, como o 1º Workshop Nacional BIM, promovido pelo GT BIM e pelo BIMForum, com o tema “BIM em Portugal: O estado da arte e o futuro”, ocorrido a 28 de novembro de 2012, no auditório do centro de congressos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil em Lisboa. O Núcleo de Tecnologias de Informação na Engenharia Civil (NTIEC), na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) organizou uma sessão de Introdução ao BIM em 2013.

A 12 de dezembro de 2012, foi promovido na Universidade do Minho, no Polo de Azurém em Guimarães, um seminário denominado de *Building Information Modeling* Possibilidades e Desafios para a Arquitetura e Engenharia, organizado por Miguel Azenha, José Carlos Lino e Bruno Caires. Neste seminário, foram abordados os tópicos seguintes: o que é o BIM, o BIM na Construção, *Software* Autodesk, *Software* CYPE, o BIM na Arquitetura, o BIM na Engenharia e o BIM no ensino, conforme se pode verificar na Figura 7.



Figura 7 - Cartaz de Divulgação – Seminário Building Information Modeling Possibilidades e desafios para a Arquitetura e Engenharia (Registo fotográfico próprio, 2016)

Na Universidade do Minho, a 16 de abril de 2013, no Polo de Azurém em Guimarães foi ministrado um Workshop de Modelação “BIM nas Estruturas de Betão Armado” onde se abordou Modelação BIM em Revit Structures, Análise estrutural em Robot, Modelação e Pormenorização em Tekla Structures, organizado pelo, à data, aluno Bruno Caires e pelos professores José Carlos Lino e Miguel Azenha, conforme se pode verificar na Figura 8.



Figura 8 - Cartaz de Divulgação – BIM nas estruturas de betão armado (Registo fotográfico próprio, 2016)

Ainda em 2013, foi lançada a 1ª Conferência Internacional sobre o tema: “A Metodologia *Building Information Modeling* (BIM) – Uma mudança de paradigma” realizada no Porto nos dias 20 e 21 de junho (Sevilha, 2015). No ano seguinte, em Lisboa nos dias 9 e 10 de outubro ocorreu a 2ª Conferência Internacional sobre a Metodologia *Building Information Modeling* sobre o tema “Desafios para a Superação”.

Na Ordem dos Engenheiros foi lançado um curso de BIM no Porto e em Lisboa em 2014, coordenado por Miguel Azenha e José Carlos Lino e com a participação de docentes pertencentes ao GT BIM e profissionais com experiência em BIM, tendo já sido ministrada a segunda e a terceira edição.

Em 29 de maio de 2014, na Universidade do Minho no Polo de Azurém em Guimarães, foi desenvolvido um Workshop sobre a temática BIM, designado “BIM um modo inovador de projetar” onde se abordou o BIM na Arquitetura, na modelação paramétrica, nas estruturas, em MEP e o BIM 4D, organizado pelos professores José Carlos Lino e Miguel Azenha juntamente com o BIMClub, como pode ser verificado na Figura 9.



Figura 9 - Cartaz de Divulgação – Workshop BIM – um modo inovador de projetar (Registo fotográfico próprio, 2016)

Em outubro de 2014, através do Núcleo de Tecnologias de Informação na Engenharia Civil (NTIEC), a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto organizou uma conferência denominada “BIM v2.0” que contou com a presença de diferentes intervenientes da indústria Arquitetura, Engenharia e Construção.

Nos dias 9 e 10 de outubro de 2014, decorreu em Lisboa o BIC 2014 “*Building Information Modeling 2nd BIM International Conference – Challenges to Overcome*”, conforme cartaz da Figura 10.

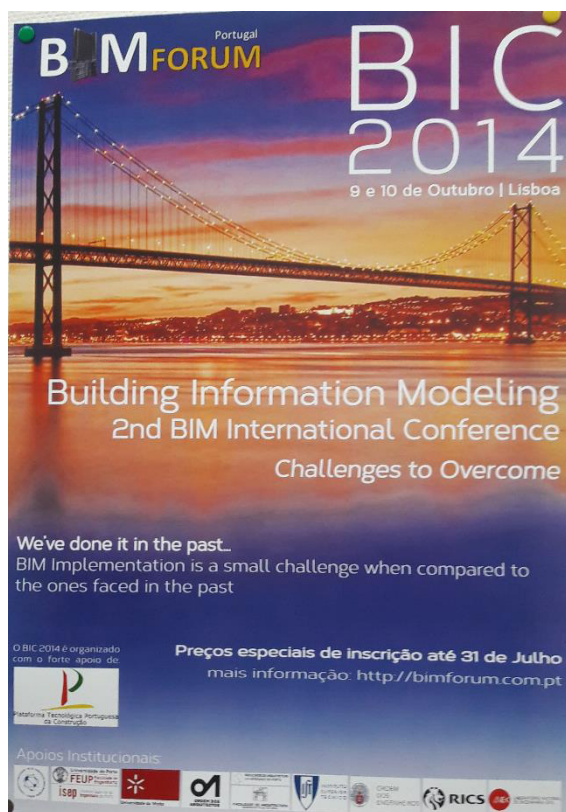


Figura 10 - Cartaz Publicitário – BIC 2014 – *Building Information Modeling 2nd BIM International Conference – Challenges to Overcome* (Registo fotográfico próprio, 2016)

A 21 de julho de 2015 foi ministrada na Ordem dos Engenheiros, no Porto, uma sessão temática organizada pelo Professor João Pedro Couto, da Universidade do Minho, e intitulada “*BIM & Lean Construction - Developments in management methods and processes in the construction and energy optimization of buildings: from the use of BIM to the implementation of Lean*”, integrada no congresso SHEWC’2015 – *Safety Health and Environment Word Congress*.

No ano letivo de 2014/2015, foi implementada e lecionada na Universidade do Minho a Unidade Curricular de *Integrated Design Process* (IDP) no Mestrado Internacional em Sustentabilidade do Ambiente Construído, cujo tema principal abordado foi a metodologia BIM. Para além da unidade curricular lecionada no Mestrado Internacional em Sustentabilidade do Ambiente Construído, foi ministrada a unidade curricular BIM no 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, iniciativa que se repetiu no ano letivo de 2015/2016 e se entende repetir no próximo ano letivo.

No ano letivo de 2015/2016, foi ministrado na Universidade do minho o Mestrado de Construção e Reabilitação Sustentável, em que foi lecionada uma unidade curricular cuja

temática principal foi a metodologia BIM. Esta unidade curricular continua a fazer parte do programa deste mestrado no presente ano letivo de 2016/2017.

Na Universidade do Minho, aquando das VIII Jornadas de Engenharia Civil, através da Associação de Estudantes de Engenharia Civil da Universidade do Minho, foi dedicado um dia ao “BIM no DEC”, ou seja, BIM no Departamento de Engenharia Civil, tendo sido ministradas palestras presididas por alunos, docentes e empresas ligados à temática BIM. O “BIM no DEC” decorreu em abril de 2016.

No ano de 2016, Portugal foi selecionado como palco do RTC *Europe* 2016, que decorreu entre 20 e 22 de outubro no edifício da Alfândega do Porto, fazendo de 2016 o ano BIM em Portugal.

O ISEPBIM (Instituto Superior de Engenharia do Porto BIM) juntou-se ao RTC numa parceria com o objetivo de potenciar a disseminação do BIM em Portugal através da organização de eventos e formações especializadas que terão um impacto significativo na comunidade técnica do nosso país. O primeiro destes eventos é a conferência “*BIM – Trends and Innovations*” (BIMTI), a ter lugar no dia 14 de setembro nas instalações do ISEP. O BIMTI contará com a presença de oradores nacionais e internacionais de renome, que constituem referências na área do BIM, em representação de universidades e empresas.

Apesar das inúmeras iniciativas desenvolvidas pelos intervenientes do setor da Arquitetura Engenharia e Construção em prol da divulgação da metodologia BIM, estas não são suficientes para incentivar a sua implementação. Assim, a par do que se tem realizado noutros países, há também em Portugal a necessidade de criação de normas BIM.

2.8 Benefícios e barreiras associados à implementação da metodologia BIM

2.8.1 Benefícios

A metodologia BIM, apesar de todas as barreiras com que se depara, oferece inúmeras vantagens que têm sido descritas tanto por profissionais como por académicos, culminando estas num aumento de produtividade durante a execução do projeto e na diminuição de custos ao longo do ciclo de vida do empreendimento (Taborda & Cachadinha, 2012).

Esta metodologia apresenta benefícios desde a pré-construção, fase de anteprojeto, até à manutenção do edificado, acarretando mais-valias em todas as fases do ciclo de vida das construções, nomeadamente:

- Contribuição na tomada de decisão;
- Aumento da qualidade e desempenho do edifício;
- Automatização de fluxos de trabalho;
- Compilação de informação relevante;
- Integração de processos de produção e de gestão documental que resultam numa economia de esforços a nível administrativo;
- Obtenção de visualizações precisas nas fases iniciais;
- Atualizações automáticas do modelo, quando o projeto é sujeito a alterações;
- Pesquisa e obtenção eficientes de documentos específicos;
- Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer fase;
- Integração dos vários projetos de especialidade;
- Fácil verificação do cumprimento dos objetivos traçados para o projeto;
- Criação de condições favoráveis para a realização simultânea do trabalho de diversos projetistas, resultando em prazos mais curtos para o desenvolvimento de projetos;
- Extração de estimativas de custos durante a fase de conceção;
- Eliminação da introdução repetida de dados, evitando-se os erros associados;
- Melhorias na eficiência energética e sustentabilidade;
- Utilização da informação do modelo BIM como base para as componentes de fabrico;
- Reação rápida às mudanças no projeto;
- Simplificação da introdução de modificações em projetos;
- Detecção de erros e omissões antes da construção;
- Sincronização entre o projeto e a gestão da construção;
- Redução de esforços redundantes relacionados com a repetição de tarefas de projeto e com as verificações das especificações elaboradas;
- Aumento de produtividade devido a uma partilha de informação mais rápida e isenta de ruído;
- Melhorias no processo de conceção e entrega de informação às empresas de manutenção das instalações;
- Melhor gestão da manutenção das instalações;

- Integração entre a manutenção das instalações e os sistemas de gestão.

Os benefícios apresentados permitem realizar uma construção mais segura e rigorosa em prazos e custos, evitando trabalhos repetidos, melhorando a qualidade final dos projetos. Contribui também para a construção sustentável e com uma grande potencialidade na gestão e manutenção durante a fase de utilização, podendo monitorizar-se ao longo do ciclo de vida dos edifícios (Eastman, Teichloz, Sacks, & Liston, 2008).

2.8.2 Barreiras

Apesar de todas as vantagens, quando há alterações de processos e rotinas de trabalho há sempre riscos e dificuldades associados (Antunes, 2013). Estes riscos e dificuldades atrasam a implementação da metodologia ou impedem que sejam aproveitadas todas as vantagens que esta representa.

O BIM é um processo emergente e, por isso, acarreta vários riscos e responsabilidades. Contudo, as desvantagens, tais como a redução de produtividade, a dificuldade de aprendizagem das aplicações, o enquadramento com as formas de trabalhar já estabelecidas, o aumento do risco humano, o encontro de parceiros que utilizem o conceito, devem ser encaradas como barreiras transponíveis e temporárias (Rocha, 2010).

As barreiras que se encontram na aplicação do BIM dividem-se em duas categorias: barreiras processuais e barreiras tecnológicas (Antunes, 2013).

Relativamente às barreiras processuais destacam-se:

- Falta de preparação do mercado para receber a metodologia, pois está numa fase de inovação;
- A obra ou o empreendimento já estão financiados e o projeto completo, não valendo a pena a implementação da metodologia BIM;
- Os custos e curva de aprendizagem são demasiado elevados;
- Todos têm que estar dispostos na utilização dos BIM para o esforço valer a pena;
- Há demasiadas barreiras legais e estas são demasiado caras para serem alteradas;
- A questão da apropriação do modelo e da gestão exigem muitos recursos ao proprietário.

Nos riscos e barreiras tecnológicas destacam-se:

- A tecnologia está pronta para uma única disciplina, mas não para o projeto integrado;
- As normas ainda não estão definidas ou amplamente adotadas.

2.9 Níveis de maturidade da implementação do BIM

A implementação da metodologia BIM é uma questão complexa, pois a adoção desta tecnologia implica novos processos de projeto e reformulação dos métodos de trabalho baseados na coordenação, na interoperabilidade e na partilha de informação entre os diversos intervenientes para a sua utilização ao longo do ciclo de vida de um edificado (Carvalho, 2016).

O governo do Reino Unido emitiu um documento estratégico para o BIM (março 2011), no qual se define um modelo simples que permite aferir o nível de sofisticação em que o BIM é praticado (Azenha, Lino & Caires, 2015). Os diferentes níveis de maturidade BIM definem-se de acordo com a tecnologia usada para o desenvolvimento dos projetos, CAD ou BIM, tendo também em atenção os processos de partilha de informação, conforme se pode visualizar na Figura 11.

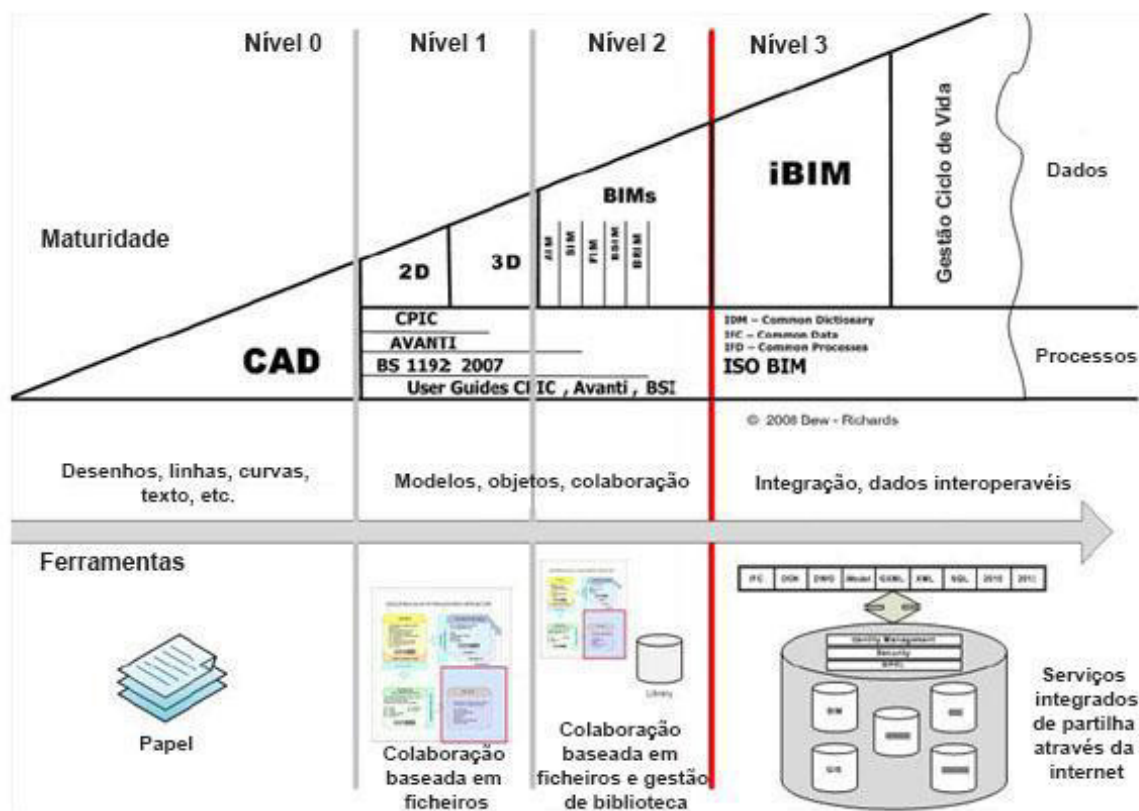


Figura 11 - Nível de maturidade de BIM (Azenha, Lino & Caires, 2015)

O nível zero de maturidade corresponde à metodologia tradicional, ou seja, uma metodologia que corresponde à utilização de ficheiros CAD, sem qualquer sistema de informação, tipicamente partilhados no formato 2D em papel ou “papel eletrónico” ou sem normalização técnica que regule essa partilha. No nível um de maturidade está compreendida a metodologia tradicional com projetos em CAD 2D e 3D com uma ferramenta de colaboração criando um ambiente de troca de dados gerido por normalização, pelo que se definem estes procedimentos de colaborativos. O segundo nível de maturidade é atingido quando os modelos BIM substituem os tradicionais ficheiros CAD. Neste nível, é criado um ambiente colaborativo estruturado em diferentes especialidades de projeto e modelos parciais (BIM models) com ferramentas que permitem interligar os dados de cada modelo BIM. Pode incluir aplicações BIM 4D (Planeamento e Controlo dos tempos) e BIM 5D (Planeamento dos Custos). Este nível constitui o objetivo traçado pelo Reino Unido até 2016. O último nível de maturidade definido é o nível 3, no qual toda a informação é criada e gerida por modelos BIM, havendo normalização dedicada a esta nova forma de trabalho, otimizando os processos colaborativos, sendo que toda a informação gerada é integrada e interoperável entre os intervenientes e disponibilizada através de plataformas web, ou seja, constitui a obtenção de um modelo único e totalmente integrado, gerido através de um servidor colaborativo.

Os níveis de maturidade BIM permitem caracterizar o processo de implementação da metodologia, definindo a fase em que as empresas se encontram e o seu grau de maturação.

2.10 Casos de aplicação do BIM

2.10.1 BIM no mundo

Dada a evolução tecnológica nos setores da Arquitetura, Engenharia e Construção, a metodologia BIM surgiu para revolucionar a forma de projetar, de construir e de efetuar a manutenção dos edifícios, trazendo ideais fundamentais para o bom funcionamento e desenvolvimento do setor (Sampaio, 2014).

Dadas as vantagens que esta metodologia acarreta e a importância que tem adquirido no Mundo, têm surgido inúmeras construções nas quais foi utilizada esta metodologia e os *softwares* associados para a realização de projetos, da construção e da manutenção dos edifícios.

2.10.1.1 *Freedom Tower*, em Nova Iorque (EUA)

O projeto da torre construída no “*Ground 0*” das Torres Gémeas no *World Trade Center*, em Nova Iorque, foi desenvolvido com o apoio da *Revit Structure*, da *Autodesk*. Pretendia-se que esta torre tivesse elevados padrões de qualidade, sustentabilidade e segurança. A ferramenta BIM permitiu a execução de alterações profundas, exigidas pela Proteção Civil, como foi o caso do aumento da distância à zona de tráfego automóvel, mantendo sempre a colaboração entre as várias entidades envolvidas. A entrega do projeto acompanhado de mais de quinhentas peças desenhadas efetuou-se no prazo previamente estabelecido, o que, pelas vias tradicionais, não aconteceria (Construir, 2007), pois estaria subjacente a dificuldade de interação entre todos os intervenientes no projeto, em tempo útil.



Figura 12 – FreedomTower em Nova Iorque (pit935.blogspot.pt a abril de 2015)

2.10.1.2 Ponte *Sutong* China

A ponte denominada de *Sutong*, na China, foi finalizada no verão de 2007 e tinha, até 2009, o maior vão do Mundo, com 1088 metros. Este projeto originou imensos desafios à equipa de projeto, tais como as adversidades climáticas e períodos de grandes chuvas e nevoeiro, obrigando a que a construção fosse feita somente num período do ano; a complexa hidrologia do rio, devido à maré com ondas que podem atingir os três metros de altura; a existência de rocha a uma profundidade de 270 metros, coberta por sedimentos, conduzindo a uma solução que não obrigasse à perfuração da rocha, até ao canal de navegação que obrigou à necessidade de um vão superior a 891 metros com o tabuleiro com a cota superior a 62m (Sutong Bridge, 2009). A ponte foi modelada usando o *RM Bridge* da *Bentley*.

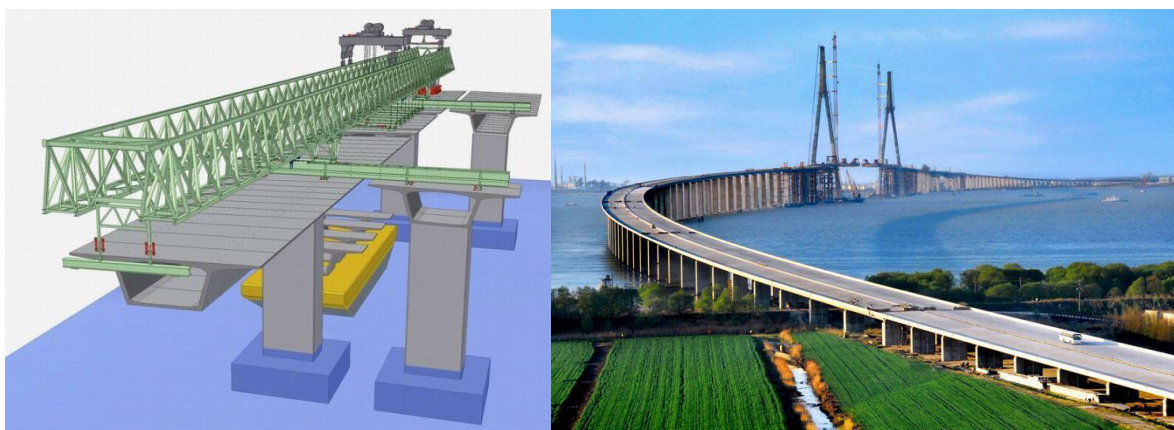


Figura 13 - *Sutong Bridge* na China (Sutong Bridge,2009)

2.10.1.3 Vila Olímpica em Moçambique

Uma empresa de construção portuguesa utilizou a metodologia BIM numa obra realizada na cidade de Maputo, Moçambique, para a construção de uma vila. Neste projeto, foi utilizado o BIM 3D e o BIM 4D. A utilização desta metodologia potenciou a comunicação entre os intervenientes e permitiu uma extração de quantidades mais aproximada do real. Para além disso, auxiliou ainda no planeamento e no controlo do planeamento (BIM Forum Portugal, 2011).



Figura 14 - Vila Olímpica em Moçambique (Meireles, 2009)

2.10.2 BIM em Portugal

A par do sucedido em diversos países do mundo, também em Portugal começam a ser efetuados alguns projetos em BIM, pois possibilitam a melhoria dos métodos de trabalho, rapidez de planeamento, otimização dos custos, entre outros. Assim, seguem-se alguns exemplos do que tem sido feito em BIM no território nacional.

2.10.2.1 Sede da Vodafone no Porto

Na obra da Sede da Vodafone no Porto, devido à geometria complexa do edifício, a equipa trabalho teve a necessidade de recorrer a ferramentas BIM para o projeto de forma a transpor os desafios na sua conceção. Esta equipa de projeto recorreu a *softwares* BIM para facilitar o entendimento e interpretação das diversas orientações das faces planas da fachada. O modelo BIM foi evoluindo com a arquitetura e as diferentes especialidades de engenharia (Construir, 2007).

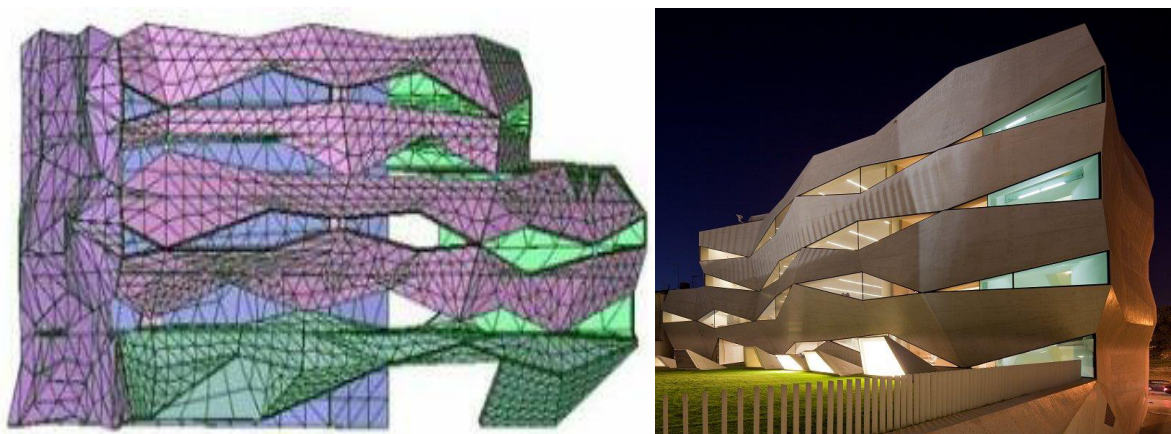


Figura 15 - Sede da Vodafone no Porto (Edifício Vodafone, Porto, n.d.)

2.10.2.2 Terminal de Cruzeiros em Leixões

Dada a complexidade do novo Terminal de Cruzeiros em Leixões, a empresa responsável criou um modelo BIM da construção com o apoio dos programas *Revit Architecture* e *Revit Structure*. Esta necessidade de um modelo mais avançado ficou a dever-se à necessidade de representar de forma precisa um cais com o comprimento de 340 metros e um edifício com uma geometria complexa.



Figura 16 - Terminal de Cruzeiros, Leixões (Transportes e Negócios, 2015)

Para além das ferramentas BIM ligadas às estruturas, esta obra, embora sendo uma obra piloto em BIM, recorreu também ao BIM 4D e BIM 5D, trazendo mais-valias ao projeto, pois permitiu que se efetuasse uma extração de quantidades mais fidedigna, assim como uma estimativa dos custos mais realista (BIM Forum Portugal, 2011).

3 ELABORAÇÃO DO INQUÉRITO: LEVANTAMENTO DAS PRÁTICAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

3.1 Enquadramento e justificação

Após a compreensão do estado de implementação da metodologia BIM em Portugal, que se apresenta muito reduzida quando comparada a outros países da União Europeia e do Mundo, conforme se pode apurar através do levantamento do Estado da Arte, foi fundamental criar um inquérito capaz de proporcionar mais conhecimentos sobre processos e informações chave para a implementação da metodologia BIM nas organizações portuguesas.

Assim, dado o baixo nível de implementação da metodologia BIM nas empresas intervenientes na indústria da AEC portuguesa, decidiu-se proceder à elaboração de um inquérito com o objetivo final, conforme previamente referido, de criar um guia de orientações para o auxílio na implementação do BIM nas empresas em Portugal.

3.2 Metodologia para elaboração e implementação do inquérito

O inquérito foi desenvolvido com o objetivo de inquirir um número considerável de intervenientes da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção portuguesas com provas dadas na Implementação do BIM, procurando obter representatividade estatística, com vista a efetuar um levantamento de boas práticas para a Implementação do BIM.

O meio de divulgação escolhido para o inquérito foi o correio eletrónico, solicitando aos interessados que respondessem ao inquérito através de uma hiperligação que remetia para o mesmo. Este meio de resposta permitiu assegurar a confidencialidade dos respondentes, permitindo maior liberdade para as respostas e partilha de experiências.

O inquérito foi elaborado num dos serviços disponibilizados pelo Google, denominado Google Forms. Esta plataforma permite a construção de formulários e inquéritos, de forma simples e adaptável. O Google Forms tem como vantagens a possibilidade de edição, a recolha automática de respostas, a tradução da informação em gráficos e a publicação do inquérito numa página web. Os dados gerados pela plataforma podem ser consultados em tempo real e de forma atualizada.

A estrutura de um inquérito e a forma como as perguntas se apresentam contribuem para o maior ou menor sucesso do mesmo, assim foram consultadas as indicações recomendadas por alguns autores, nomeadamente Sónia Vieira (Vieira, 2009), Manuela Magalhães Hill e Andrew Hill (Hill, 1998), de forma a perceber os aspetos que se deve ter em consideração para a realização de um inquérito, por exemplo, a amostra alvo, as secções do inquérito, a formulação das questões, a análise das escalas de medidas, entre outros.

A metodologia utilizada para a elaboração, envio dos inquéritos e recolha dos dados dos respondentes passou pelas etapas seguidamente descritas, e esquematizadas na Figura 16:

- Definição do universo/amostra – Levantamento junto do GTPTPC (Grupo de Trabalho Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção) de empresas em Portugal que se encontram com a metodologia BIM implementada ou em fase de implementação e estudo do mercado para sinalização das consultoras BIM em Portugal. Posteriormente, foram identificados nas entidades e organizações os colaboradores diretamente ligados ao BIM para que os inquéritos fossem o mais direcionados possível e para que nenhum inquérito fosse extraviado;
- Elaboração do Inquérito – Numa fase inicial começou-se por idealizar a elaboração de vários inquéritos correspondendo ao tipo de organização a inquirir. Contudo concluiu-se que não seria a melhor abordagem, pois algumas organizações a inquirir apresentavam diversas áreas de atuação, o que conduziu à elaboração de um único questionário, uniformizando-se as questões. Houve ainda a preocupação de adaptar o questionário à realidade da implementação no país de forma a aferir respostas o mais fidedignas possível;
- Testes e validação – De forma a perceber se o inquérito se encontrava apto para divulgação, foram efetuados testes e validações. Os testes e validações foram realizados por dois grupos distintos: o primeiro grupo, constituído por quatro elementos, possuía conhecimentos ligeiros ou nulos relativamente à temática BIM; o segundo grupo, constituído por dois elementos, possuía conhecimentos aprofundados sobre a metodologia. A diversidade das pessoas selecionadas para efetuar os testes ao inquérito permitiu obter informações diferenciadas. Do primeiro grupo, foram apresentadas, essencialmente, observações relacionadas com a estrutura e com a clareza das perguntas. Do segundo grupo, foram apresentadas observações referentes, essencialmente, ao tempo médio para resposta ao inquérito, à ambiguidade das perguntas e às questões omissas. Com base nas observações e sugestões, foi possível

proceder a ajustes relevantes para o inquérito, fundamentalmente no que concerne à clareza e objetividade na formulação das questões e na adequação das questões e conteúdos às organizações a inquirir. Assim, apesar do tempo despendido, os testes e validações constituíram melhorias e uma mais-valia para o inquérito;

- Elaboração da versão final do Inquérito – No seguimento da etapa de testes e validação, foram incorporadas algumas das sugestões e observações obtidas e realizados ajustes necessários ao inquérito. Assim, estando o inquérito apto para ser divulgado, no Anexo 1 pode ser visualizada a última versão do mesmo;
- Divulgação do Inquérito – Os inquéritos foram divulgados através do *e-mail* académico, a escolha deste meio procurou demonstrar maior credibilidade e fiabilidade da fonte de envio do questionário. Os *e-mails* foram enviados em duas partes devido à dificuldade em obter emails mais direcionais, ou seja, emails direcionados aos colaboradores das empresas que estão diretamente relacionados com a temática BIM. Na primeira divulgação foram enviados 14 inquéritos e na segunda 2 inquéritos. Desta divulgação não resultou nenhuma devolução de *e-mail*, tendo sido benéfica a procura por emails direcionais. Dado as respostas serem reduzidas, decorrida uma semana foi enviado um novo *e-mail* de solicitação de resposta ao inquérito, alertando para a importância da obtenção de resposta, tendo sido registado maior fluxo de respostas aquando dos novos emails enviados. Os emails enviados, nomeadamente *e-mail* introdutório que procura enquadrar o estudo, email inicial, e o email de nova solicitação de resposta podem ser encontrados no Anexo 3;
- Recolha de dados – No final do prazo delineado para a obtenção de respostas, o inquérito foi encerrado, não permitindo obtenção de mais respostas, procedendo-se à recolha dos dados apurados. Os dados foram obtidos através das ferramentas do Google Forms, em formato Excel e através de gráficos circulares e de barras gerados automaticamente pela plataforma, conforme consta do Anexo 2;
- Análise dos resultados – Encerrado o processo de obtenção de respostas ao inquérito, foram analisados de forma criteriosa os resultados obtidos através do *Google Forms*, conforme Anexo 2.

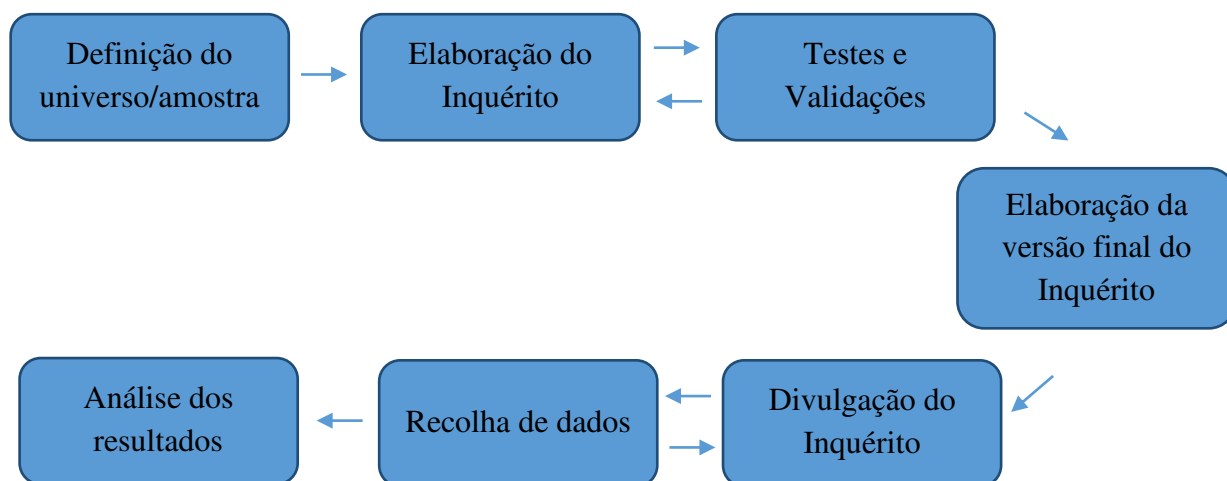


Figura 16 - Esquema da metodologia da elaboração do inquérito

3.3 Estrutura do inquérito

O inquérito foi pensado atendendo à realidade da implementação da metodologia BIM em Portugal e desenvolvido através da uniformização das questões atendendo à variedade de respondentes, uma vez que algumas organizações possuem diversas áreas de atuação. O inquérito estrutura-se em 5 partes fundamentais, que se encontram descritas nos Subcapítulos seguintes.

3.3.1 Análise Geral - Caracterização dos inquiridos

A primeira parte do inquérito visou caracterizar as pessoas respondentes e as áreas de atuação da empresa onde trabalham.

A caracterização da pessoa respondente foi efetuada em função da zona do país onde tem exercido a sua atividade (Zona Norte, Zona Centro, Zona de Lisboa e Vale do Tejo, Zona Sul, Açores e Madeira), em função da idade, escalada entre menos de 25 e mais de 55 anos de idade e em função dos anos de experiência, escalonados entre menos de 5 e mais de 20. Nesta secção do inquérito, foi também solicitado ao respondente dados sobre a formação (Arquitetura, Economia, Engenharia, formação técnica de CAD/BIM, Gestão ou outros), e sobre a sua função exercida na empresa (Administrador, Diretor, Técnico ou outro).

A empresa onde labora a pessoa respondente foi caracterizada em função das suas áreas de atuação, nomeadamente Arquitetura, Dono de Obra Privado, Dono de Obra Particular,

Construção, Consultadoria, Engenharia, Fiscalização, Promoção Imobiliária ou outra e, caso a opção fosse outra, era solicitada a sua descrição.

3.3.2 *Building Information Modeling* (BIM) - Avaliação do conhecimento geral sobre a metodologia

Nesta secção do inquérito, pretende-se avaliar o conhecimento geral e experiência dos inquiridos sobre temática BIM.

Inicialmente procurou-se identificar o meio através do qual foi obtida formação e conhecimento sobre a temática BIM: Formação Profissional, Formação Académica, Autoaprendizagem ou outro. Foram colocadas questões onde o inquirido pôde dar a sua opinião sobre a importância do BIM no que respeita ao sector da AEC, através de uma escala de 1 a 5, em que 1 correspondia a muito fraco e 5 a muito bom, e sobre os principais impactos que o BIM tem nos projetos de Construção, com a apresentação de algumas opções de resposta: melhor planeamento, melhor comunicação entre os intervenientes, menores erros de projeto, melhor gestão de informação, maior controlo do tempo, maior controlo dos custos, maior facilidade de manutenção, maior sustentabilidade das construções ou outro, deixando em aberto a possibilidade de o inquirido responder com outra/outras opções.

Seguia-se a colocação de questões de carácter mais pessoal onde se solicitava a classificação da experiência em BIM do inquirido, o número de projetos com base no conceito BIM em que esteve envolvido e a identificação da tipologia desses projetos.

3.3.3 Implementação do BIM nas organizações - Caracterização

Nesta fase do questionário, procurou-se compreender qual o nível de implementação do BIM nas organizações, quais os motivos que levaram as empresas a fazê-lo e como foi o processo de implementação BIM.

No que concerne ao nível de implementação, as empresas que implementaram o BIM foram inquiridas relativamente ao tempo decorrido desde a implementação, à classificação do nível de maturidade da implementação BIM na empresa e relativamente à classificação do nível de utilização da metodologia.

Outra das questões levantadas relacionava-se com a necessidade de perceber o que levou/motivou a empresa a implementar e a utilizar o BIM, apresentando-se algumas opções de resposta: exigência de Donos de Obra Internacionais, exigência de Donos de Obra Nacionais, modernização da empresa, procura de patamares de desempenho superiores ou outras.

Nesta parte do inquérito, foi colocada uma questão aberta para que pudesse ser explicado o processo de implementação do BIM nas empresas, questões sobre os recursos necessários e estratégias seguidas para a implementação: formação de quadros, consultoras, organização interna através de constituição de equipas devidamente formadas ou outro. Questões sobre os critérios adotados pelas empresas para a seleção dos *softwares* e sobre os fatores que a pessoa respondente considera relevantes para o sucesso da implementação da metodologia: equipa com experiência e formação adequada em BIM, existência de normalização, interoperabilidade de *software*, diversos intervenientes no processo terem conhecimento em BIM, contratualização prever a utilização da metodologia BIM, alinhamento organizacional e motivacional dos intervenientes ou outro.

O capítulo Implementação do BIM nas organizações foi finalizado com um quadro onde se solicita ao inquirido que assinale e classifique quais as principais necessidades para o sucesso da implementação do BIM nas organizações e qual o seu grau de relevância, de forma a perceber quais as principais carências do processo de implementação do BIM nas organizações portuguesas.

3.3.4 Caracterização das principais dificuldades e barreiras

As pessoas inquiridas, cujas organizações têm o BIM implementado, foram questionadas sobre as principais barreiras e entraves que as empresas onde trabalham ou empresas com quem colaboraram enfrentaram, estando evidenciadas as seguintes opções: organização refém de paradigmas antigos e resistência à mudança, custos e curva de aprendizagem são demasiado dispendiosos, processos de implementação mais demorados que o esperado, falta de preparação do mercado para receber a metodologia, demasiadas barreiras legais, redução de produtividade nas equipas de trabalho afetadas, dificuldade em encontrar parceiros que utilizem o conceito/metodologia, problemas de comunicação entre ferramentas ou outro, deixando em aberto a possibilidade de mais opções.

Para finalizar a secção das barreiras e dificuldades do inquérito, foi pedido à pessoa respondente para descrever, de entre as várias barreiras existentes, a que considera ter sido a mais expressiva e condicionante no que concerne à implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou.

3.3.5 Avaliação das estratégias adotadas para ultrapassar os principais constrangimentos

A avaliação das estratégias adotadas para ultrapassar os principais constrangimentos da implementação da metodologia BIM encerra o questionário. Nesta secção, procurou-se identificar as estratégias que foram adotadas para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM nas organizações. Para tal foram expostas algumas estratégias identificadas através da pesquisa para o estado da arte, tendo sido solicitada a sua classificação de 1 a 5, onde 1 correspondia a irrelevante e 5 a muito relevante.

Para rematar foi solicitado, com uma questão do tipo aberta, a indicação de, no mínimo, mais três estratégias passíveis de ser adotadas para ultrapassar barreiras encontradas na implementação do BIM e a sua classificação de 1 a 5.

Esta secção apresenta-se como muito importante, pois permite perceber e identificar estratégias que podem ser incorporadas no guia de orientações e recomendações, importante no auxílio de outras empresas que pretendam implementar a metodologia BIM.

3.4 Análise da informação recolhida

O inquérito distribuído tinha como prazo estabelecido para resposta dois meses. No entanto teve de ser alargado por mais um mês com o intuito de obter mais respostas.

O prazo limite estabelecido para a obtenção de respostas foi o dia 29 de julho de 2016. Durante o período de distribuição, foram enviados novos *e-mails* com o propósito de pressionar os inquiridos para obter maior número de respostas, uma vez que inúmeros inquiridos ainda não tinham enviado resposta.

No Gráfico 2, pode-se verificar a evolução das respostas obtidas ao longo das 3 fases de envio dos *e-mails*, que foram emitidos a 26 de abril, 20 de maio e 18 de julho de 2016. Verifica-se

que foram recebidas mais respostas na primeira fase de envio e menor número de respostas na terceira e última fase.

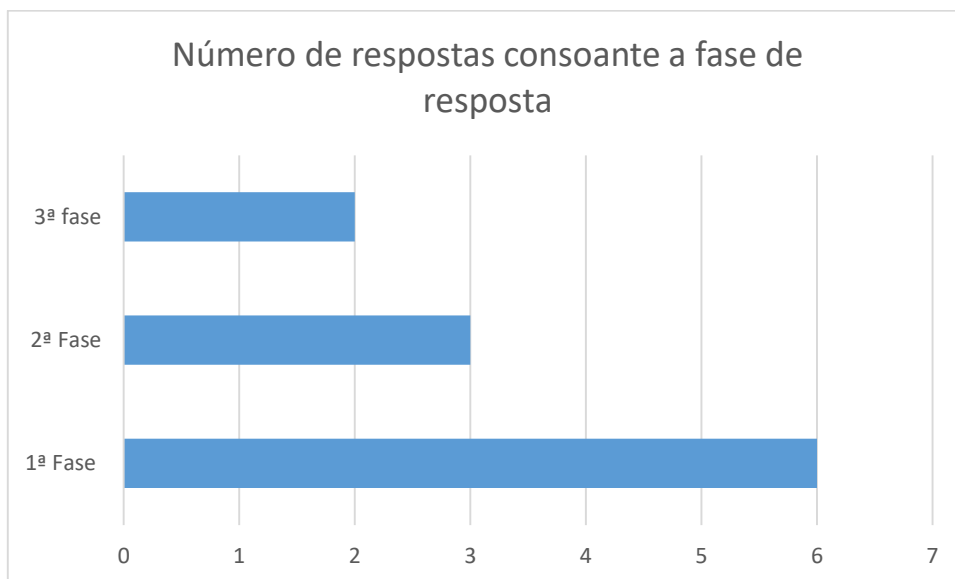


Gráfico 2 – Número de respostas consoante a fase de resposta

Foram enviados 16 *e-mails*/convites, número correspondente à amostra/universo do inquérito, tendo-se obtido 11 respostas.

Não é possível concluir que a amostra e respetivo número de respondentes seja representativa. No entanto, 11 respostas é um número significativo perante o número de inquéritos enviados.

Para uma comparação do perfil dos respondentes, seguem os Gráficos 3 a 8 onde é feita a comparação por região, área de atuação da empresa, função que desempenha na empresa, formação, idade e anos de experiência.

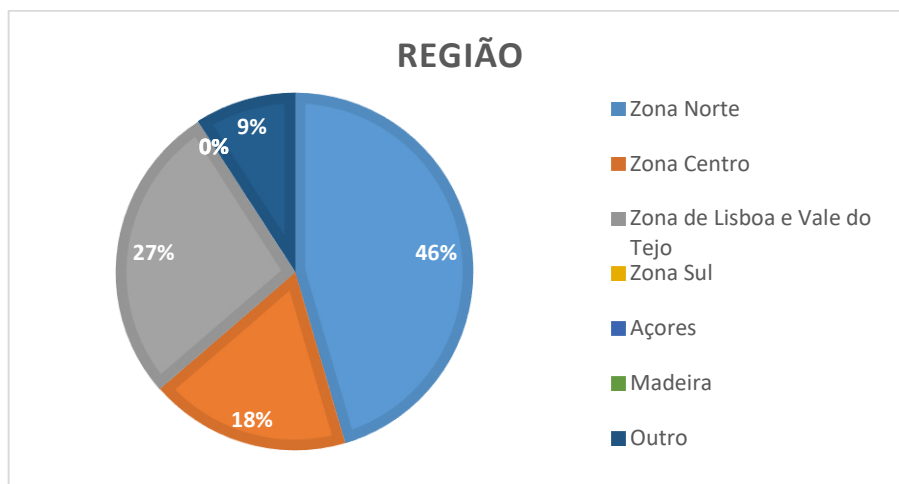


Gráfico 3 – Região onde trabalha o inquirido

Através do Gráfico 3, que apresenta os dados recolhidos, pode-se verificar que a região com maior número de respondentes é a Zona Norte do país com uma percentagem de 46%.

A opção “outro” é referente a um inquirido que tem exercido atividade por todo o país.

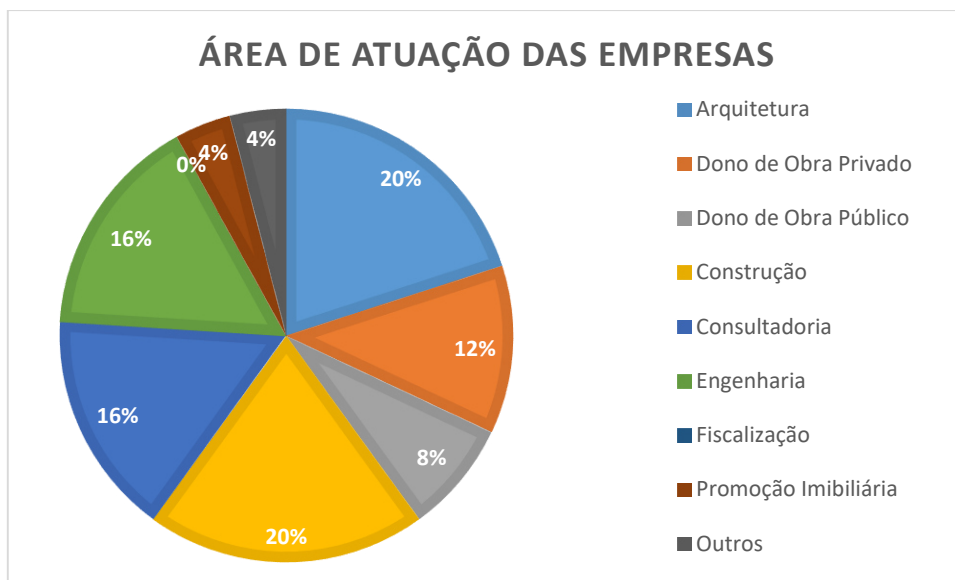


Gráfico 4 – Área de atuação das empresas

No que respeita às áreas de atuação das empresas, verifica-se, conforme Gráfico 4, maior percentagem na Arquitetura e na Construção, com 20% cada, seguindo-se a Engenharia e a Consultadoria, com 16% cada.

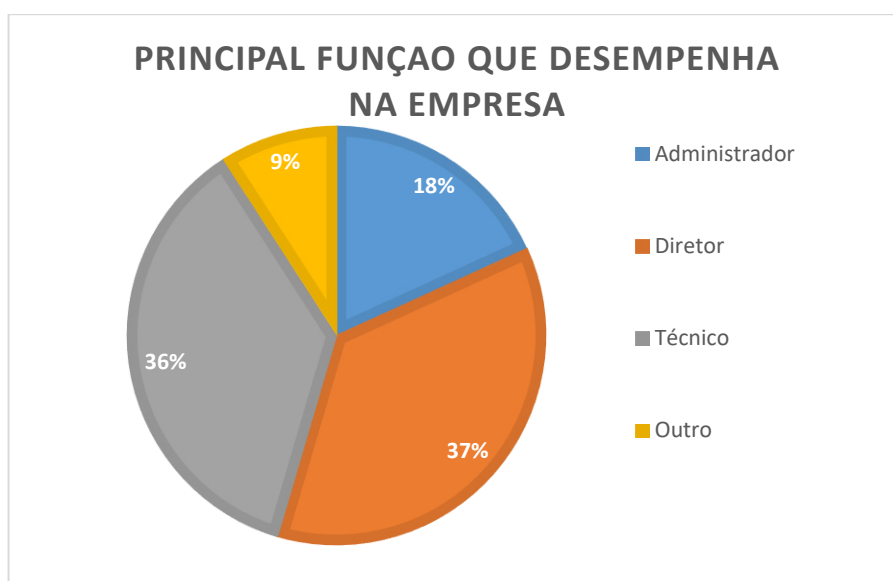


Gráfico 5 – Função que os respondentes exercem na empresa

A função desempenhada pelos inquiridos com mais expressão é a de Diretor, conforme informação presente no Gráfico 5, com 37%, seguindo-se os Técnicos com uma percentagem de 36%.

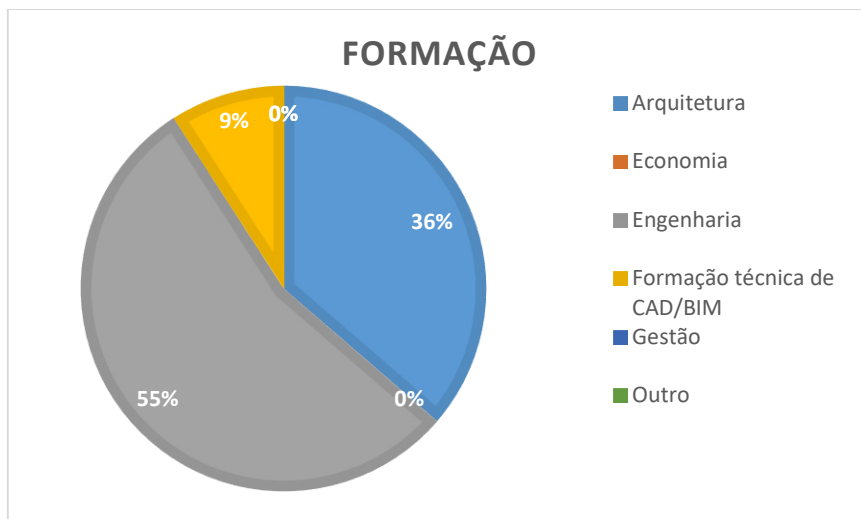


Gráfico 6 – Formação da pessoa respondente

A maior parte dos respondentes possui formação em Engenharia, com 55%, seguindo-se a formação em Arquitetura, com 36%, informações traduzidas no Gráfico 6.

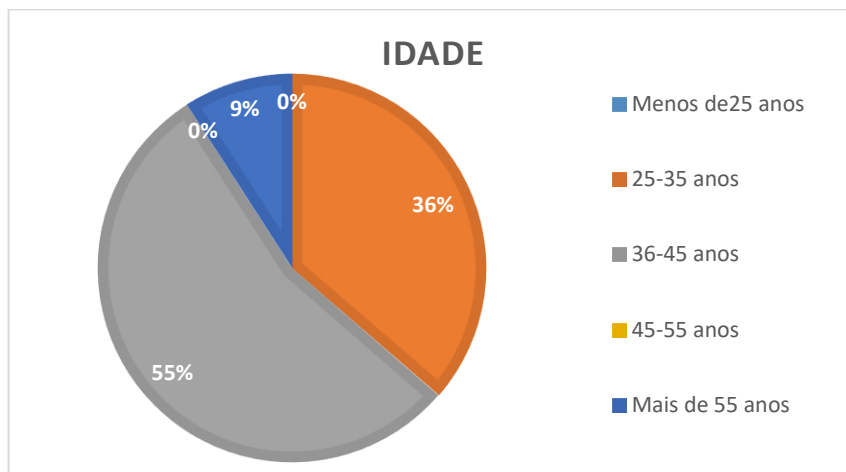


Gráfico 7 – Idade da pessoa respondente

No que concerne à faixa etária, é possível verificar, através dos dados apresentados no Gráfico 7, que a maioria dos respondentes se encontra entre os 36 aos 45 anos.

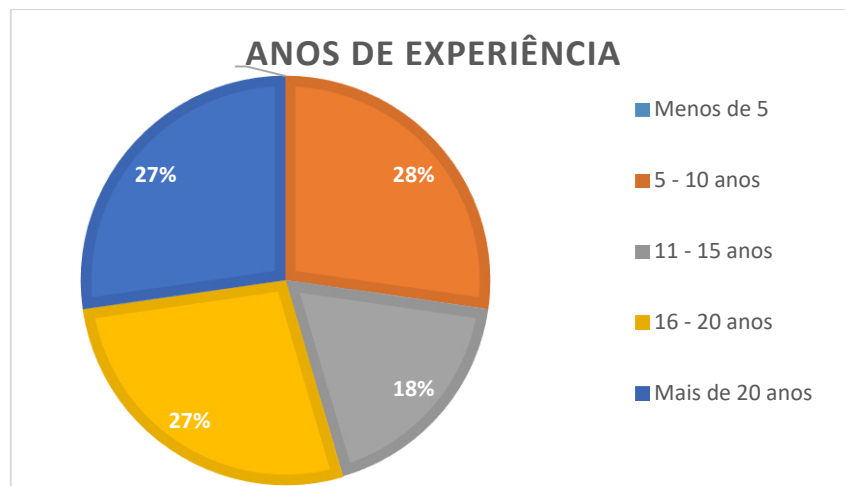


Gráfico 8 – Anos de experiência da pessoa respondente

Pelos dados recolhidos, traduzidos no Gráfico 8, a maioria dos respondentes tem entre 5 a 10 anos de experiência profissional, nomeadamente 28%, e 27% dos respondentes tem entre 16 e 20 anos de experiência, tendo os outros 27% dos respondentes mais de 20 anos de experiência profissional. O percentual de 27% corresponde a 3 respondentes.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO INQUÉRITO

O presente Capítulo está reservado à análise dos resultados recolhidos através do inquérito “Levantamento das práticas para a implementação do BIM em Portugal”, cuja finalidade é servir de base para a redação de um guia de orientações para a implementação da metodologia BIM nas organizações.

Como foi referido no Capítulo anterior, os resultados do inquérito foram extraídos da plataforma Google Forms.

4.1 Apresentação de resultados

O inquérito “Levantamento das práticas para a Implementação do BIM em Portugal” está dividido em 5 secções, sendo, também, os resultados apresentados por secção.

A primeira secção, já mencionada no Capítulo 3 da presente dissertação, respeita à Análise Geral, onde se pretende caracterizar a pessoa respondente. A segunda secção, intitulada de *Building Information Modeling*, pretende analisar o conhecimento e experiência em BIM dos inquiridos.

A terceira secção, Implementação do BIM nas Organizações, pretende perceber qual o nível de implementação da metodologia, qual a motivação para a implementação, quais os recursos necessários e quais as principais necessidades que as empresas enfrentam atualmente para implementarem a metodologia. A quarta secção é referente às dificuldades e barreiras e a quinta secção é sobre a forma de enfrentar os desafios para a implementação do BIM nas organizações.

4.1.1 Secção 1 – Análise geral

Esta secção permite traçar o perfil dos respondentes. Assim, de forma sucinta, conforme pode ser verificado no Gráfico 3 da presente dissertação, os respondentes do inquérito localizam-se maioritariamente na Zona Norte do país.

Trabalham, maioritariamente, em empresas ligadas à Arquitetura, Construção, Engenharia e Consultadoria, e ocupam cargos de Diretores e Técnicos, cuja formação é maioritariamente em Engenharia.

A faixa etária predominante situa-se entre os 36 e os 45 anos de idade, com 5 a 10 anos de experiência profissional.

4.1.2 Secção 2 – *Building Information Modeling* (BIM)

O conhecimento e formação em BIM dos respondentes ao inquérito surgiu através de formação profissional. Destacando-se, ainda, a obtenção de conhecimentos sobre a temática através de auto aprendizagem, conforme demonstra o Gráfico 9.

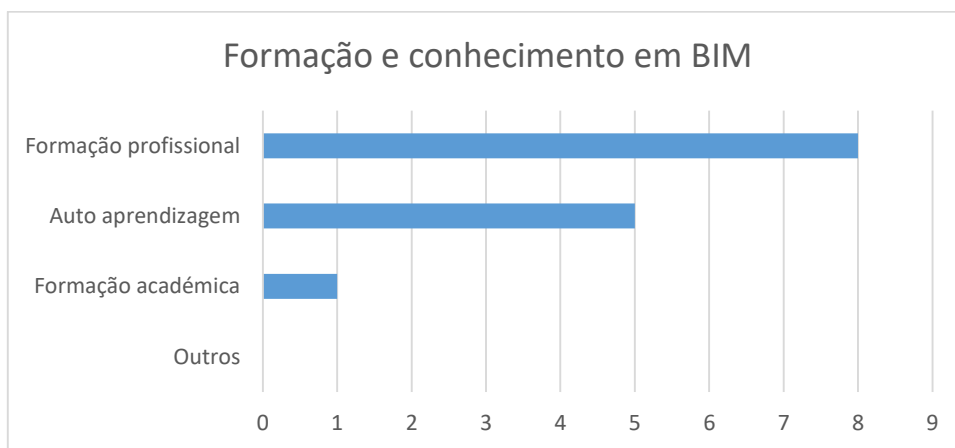


Gráfico 9 – Qual a origem da formação e conhecimento em BIM

Apesar de todos os respondentes possuírem formação e conhecimento sobre a temática BIM, encontram-se em níveis diferentes de conhecimento. Numa escala de 1 a 5, onde 1 correspondia a conhecimento muito fraco e 5 conhecimento muito bom, a maioria avaliou o seu conhecimento em muito bom, correspondendo a 46%, devendo salientar que mais de 50 % dos respondentes possui conhecimentos bons ou muito bons sobre a metodologia, especificamente 82%, conforme demonstra o Gráfico 10.

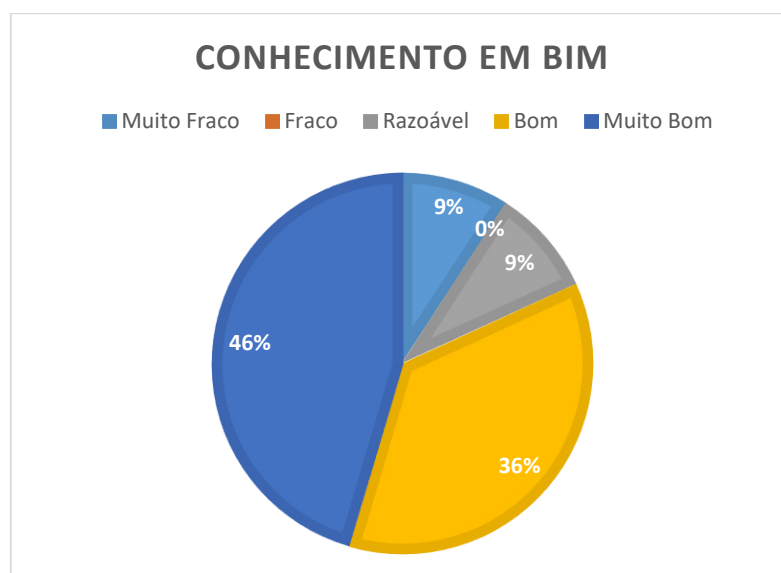


Gráfico 10 – Grau de Conhecimento sobre a metodologia BIM

Com o conhecimento que possuem da metodologia, os inquiridos avaliam maioritariamente o BIM como possuindo um impacto muito relevante no sector da AEC. Não existindo nenhuma resposta que classifique o BIM como irrelevante ou com pouca relevância, conforme se pode verificar no Gráfico 11.

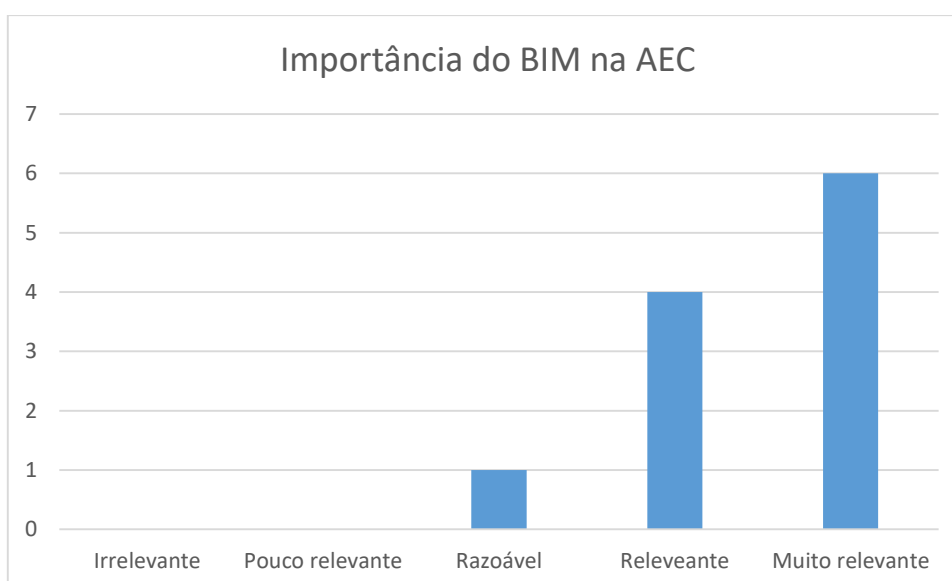


Gráfico 11 – Classificação da importância do BIM na indústria AEC

Dada a avaliação do BIM como muito relevante no que concerne ao impacto na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção destacam-se como principais impactos que o BIM tem (ou terá) nos projetos de construção (incluindo conceção, projeto, construção e manutenção), os menores erros de projeto, a melhor gestão da informação, a melhor comunicação entre os intervenientes e o melhor planeamento, conforme pode ser comprovado no Gráfico12.

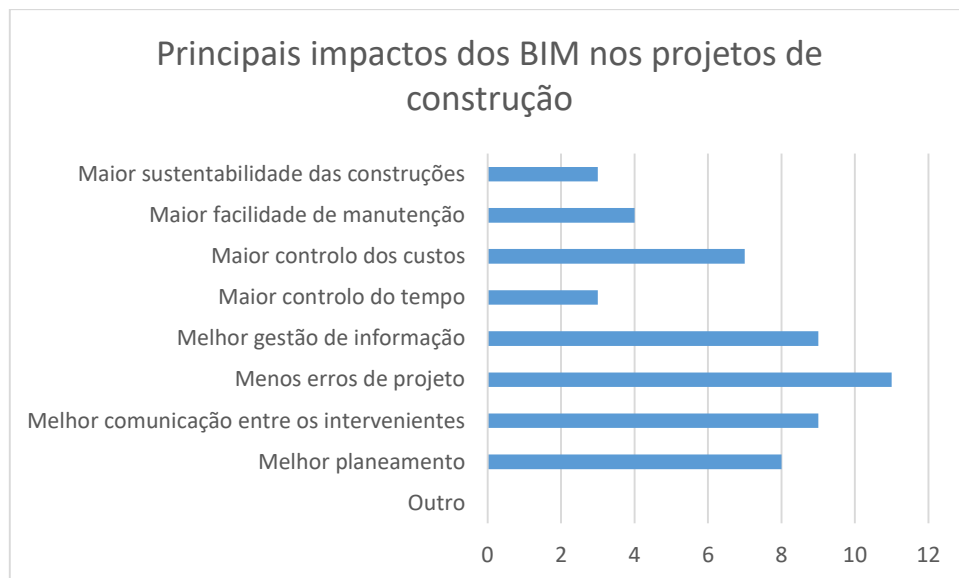


Gráfico 12 – Principais impactos do BIM nos projetos de construção

No que concerne à experiência em BIM, numa escala de 1 a 5, onde 1 representa experiência pouco significativa e 5 experiência muito significativa, a maioria dos respondentes caracteriza-se como tendo experiência muito significativa (5 respondentes), conforme pode ser averiguado no Gráfico 13, somente 2 respondentes classificam a sua experiência com pouca significância (classificação 1 e 2).

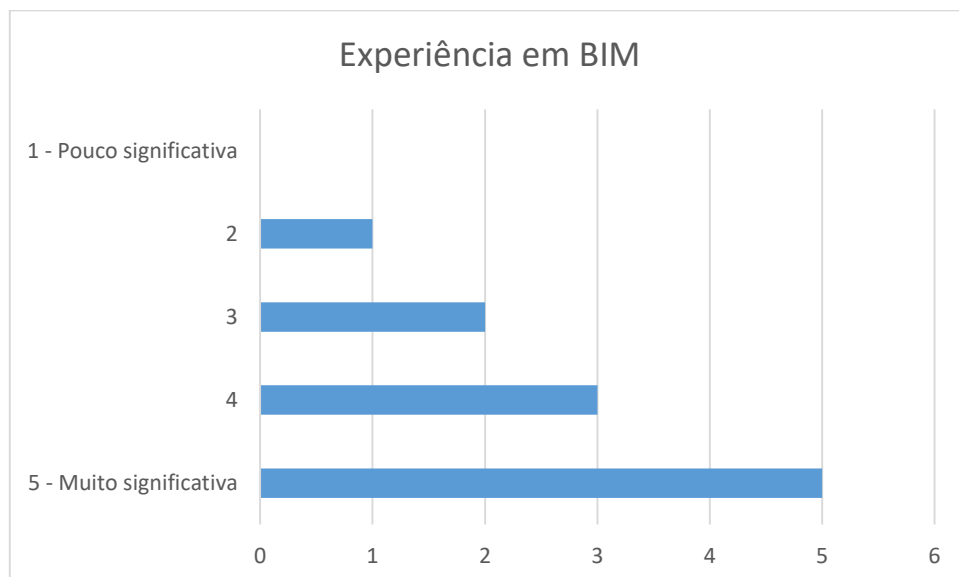


Gráfico 13 – Classificação da experiência em BIM

A experiência em BIM dos inquiridos traduz-se maioritariamente em menos de 5 projetos, dados apresentados no Gráfico 14. No entanto, encontramos inquiridos com envolvimento em muitos projetos. É de destacar que um dos respondentes já esteve envolvido em cerca de 50 projetos, o que para a realidade da implementação em Portugal se traduz como um indicador muito positivo da metodologia BIM.

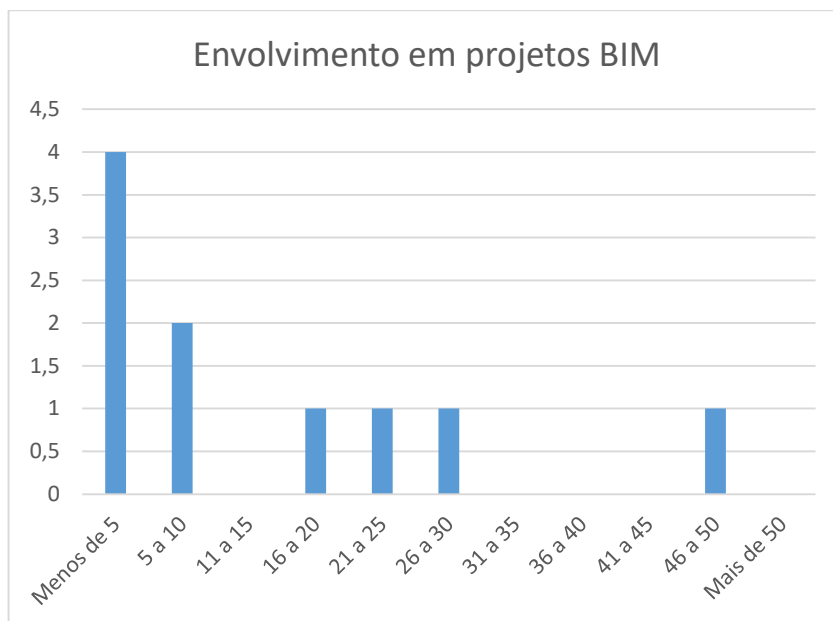


Gráfico 14 – Número de projetos BIM em que os inquiridos estiveram envolvidos

No que concerne à tipologia dos projetos BIM em que houve envolvimento dos inquiridos deparamo-nos com uma grande diversidade.

Conforme se pode observar no Gráfico 15, a tipologia predominante são as construções especiais, como Construção/renovação de ETAR, Hospitais, Barragens e Estações elevatórias (com 39%), seguindo-se intervenções em Edifícios e Habitações.

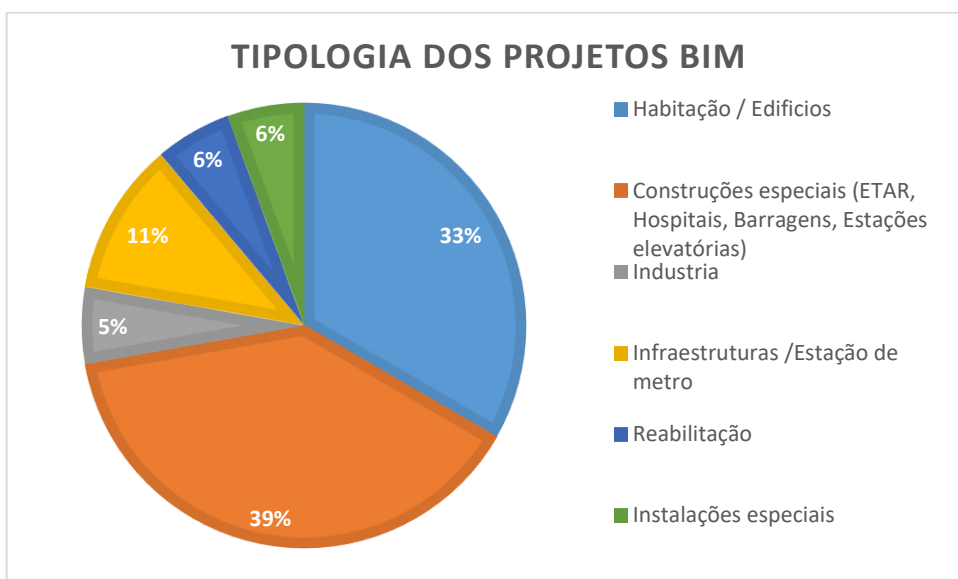


Gráfico 15 – Tipologia dos projetos BIM em que estiveram envolvidos

4.1.3 Secção 3 – Implementação do BIM nas organizações

A secção 3 do questionário diz respeito à implementação do BIM nas organizações, através dos dados recolhidos. Podemos verificar que somente um dos inquiridos exerce funções numa empresa em que o BIM ainda não se encontra implementado. Assim, 91% dos inquiridos desempenha funções numa empresa com o BIM implementado, conforme pode ser verificado no Gráfico 16.

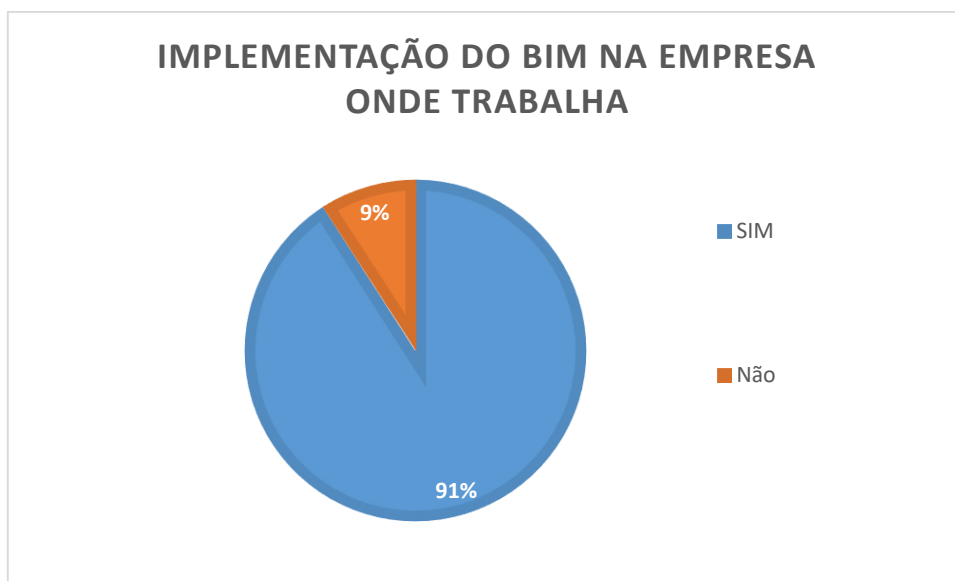


Gráfico 16 – Implementação da metodologia BIM nas empresas

No inquérito foi levantada uma questão para apurar há quanto tempo, em anos, é que as empresas onde os inquiridos se encontram a laborar têm a metodologia BIM implementada. Desta questão foi possível verificar que 4 dos respondentes identificaram que a empresa tem a metodologia implementada de 0 a 1 anos e outros 4 têm a metodologia implementada há mais de 4 anos, dados apresentados no Gráfico 17.

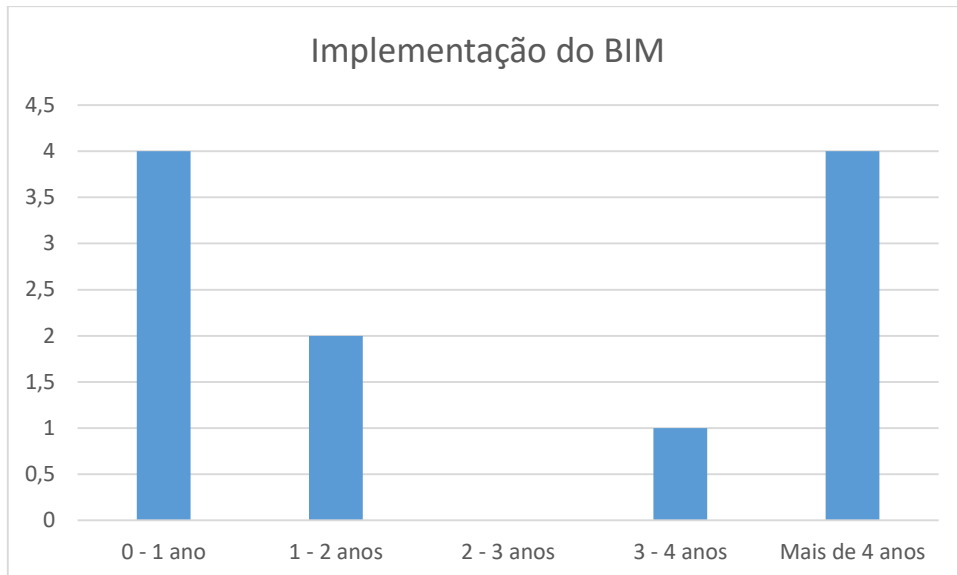


Gráfico 17 – Período de tempo em que a metodologia BIM se encontra implementado nas organizações

A implementação da metodologia BIM está dividida em 3 níveis de maturidade:

- Nível 1 - Metodologia tradicional CAD 2D e 3D, com uma ferramenta de colaboração, criando um ambiente de troca de dados;
- Nível 2 - Metodologia BIM 3D, em que o ambiente colaborativo é estruturado em diferentes especialidades de projeto, modelos parciais (BIM models) com ferramentas que permitem integrar os dados de cada modelo BIM. Pode incluir aplicações BIM 4D e BIM 5D;
- Nível 3 – Modelo único e totalmente integrado. Este sistema é gerido através de um servidor colaborativo.

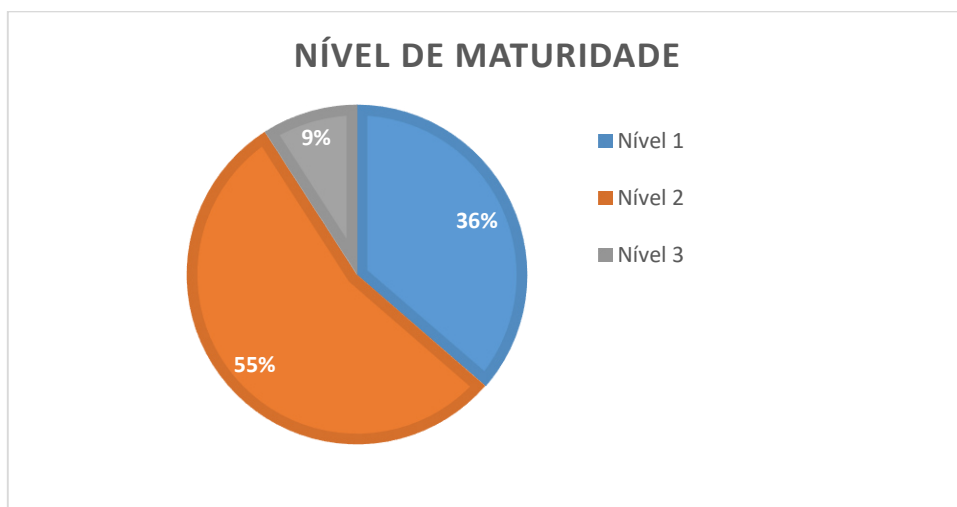


Gráfico 18 - Nível de maturidade da implementação do BIM

Das empresas onde laboram os inquiridos 55%, encontra-se no nível 2 de maturidade da implementação BIM, 36% no nível 1 e 9% no nível 3, conforme se pode observar no Gráfico 18. Podendo depreender-se que a implementação da metodologia BIM se encontra no “bom caminho”.

Assim, torna-se importante perceber como foi o processo de implementação do BIM nas empresas onde os inquiridos trabalham ou nas organizações com quem colaboraram para a implementação do BIM. Para tal foi levantada uma questão de carácter aberto em que os respondentes foram explicando, de forma muito sucinta, como se procedeu à implementação da metodologia BIM.

De forma geral pode-se perceber que, em grande parte das empresas, a resistência da Administração foi um entrave à implementação, devendo este ser ultrapassado através da exposição e demonstração da eficiência da metodologia BIM face à metodologia tradicional.

O processo de implementação, de um modo geral, iniciou-se através da formação, contratação de uma empresa de consultoria ou contratação de um formador.

Para esta questão, 40% dos respondentes descreveram na sua resposta a criação de equipas BIM como uma das etapas para a implementação do BIM. A criação de equipas permite a formação avançada de um grupo de colaboradores sem prejudicar a produção da empresa, sendo que os conhecimentos adquiridos por esta equipa podem posteriormente ser transmitidos para os restantes intervenientes.

Em 40% das empresas foram definidos *Workflows* para a utilização da metodologia BIM nas organizações, ou seja, a definição de standards, templates ou processos. *Workflow* em português designa-se por fluxo de trabalho, que consiste na sequência de passos necessários para se automatizar um processo de acordo com um conjunto de regras definidas, permitindo a sua transição de uma pessoa para a outra.

Ainda relativamente à mesma questão, 50% dos respondentes enumeraram a adoção de projetos-piloto como uma das principais estratégias adotadas para se proceder à implementação da metodologia BIM.

Apesar de todos os esforços realizados pelas empresas onde os respondentes trabalham, estas encontram-se em níveis de implementação diferentes, estando 46% das empresas num nível inicial de implementação da metodologia e 36% das empresas num nível avançado de utilização da metodologia, conforme se pode verificar no Gráfico 19.

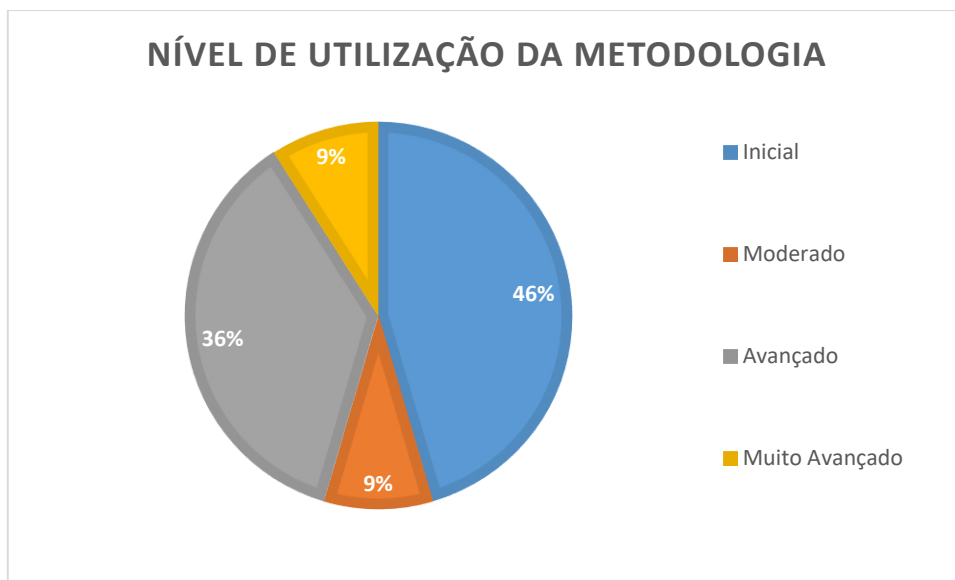


Gráfico 19 – Nível de utilização da metodologia

Os principais fatores que conduziram e/ou motivaram as empresas a implementar e a utilizar o BIM foram a procura de patamares de desempenho superiores e a modernização da empresa, conforme se pode verificar no Gráfico 20.

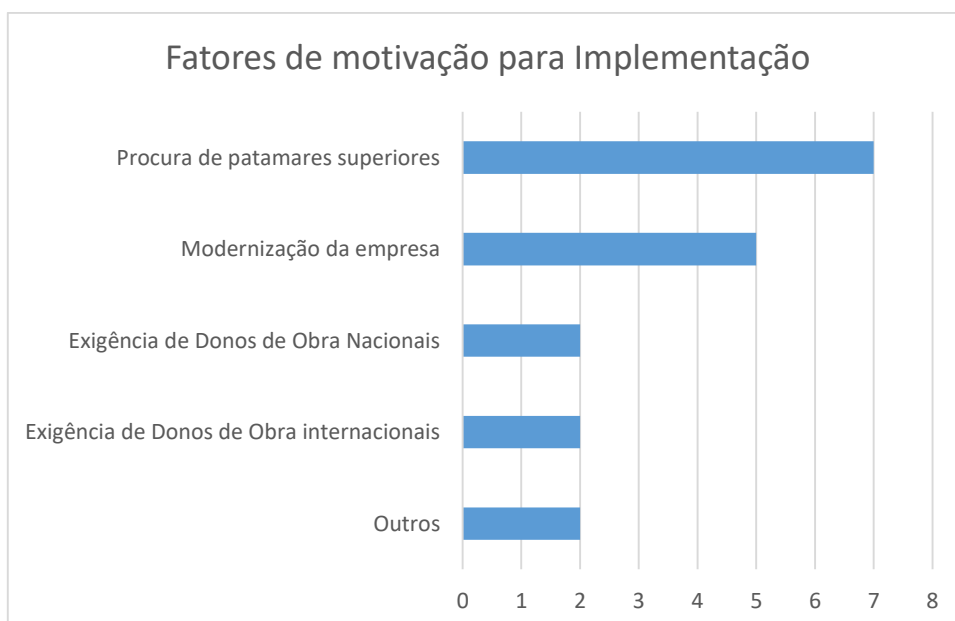


Gráfico 20 – Fatores de motivação para a implementação da metodologia BIM

Para tornar real a implementação da metodologia, as empresas necessitam de reunir determinados recursos e seguir determinadas estratégias. Nas empresas onde trabalham os inquiridos, a principal estratégia adotada partiu para a organização interna através da constituição de equipas devidamente formadas, conforme se pode visualizar no Gráfico 21. Para além desta estratégia, é também relevante, pela análise das respostas, a formação dos quadros e o apoio de consultoras.

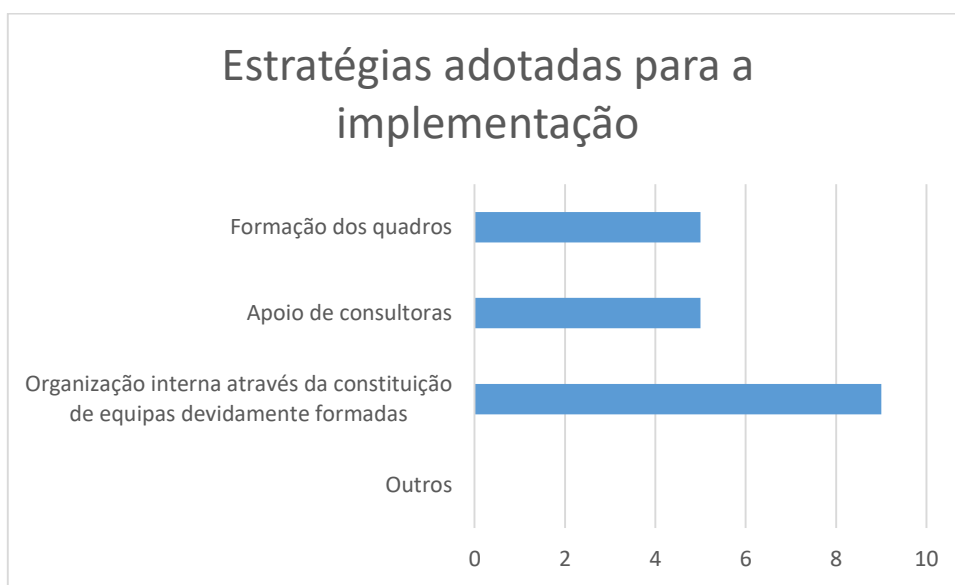


Gráfico 21 – Estratégias adotadas para a implementação

Um outro elemento associado à metodologia BIM são as tecnologias BIM, fundamentais para que a metodologia seja aplicada e desempenhada. Devido à grande oferta de *softwares* é fundamental que as empresas adotem determinados critérios.

Assim, para esta questão foram apresentados, no questionário, os seguintes critérios:

- Atividade da empresa;
- Colaboradores;
- Fiabilidade;
- Facilidade de aprendizagem;
- Interoperabilidade;
- Nível de implementação do BIM na empresa;
- Objetivos a alcançar no imediato;
- Preço;
- Sugestões de quem ajudou no processo de implementação,
- Tipologia de projetos desenvolvidos pela empresa;

- Outros.

Dos dados recolhidos, foi possível obter o seguinte gráfico:

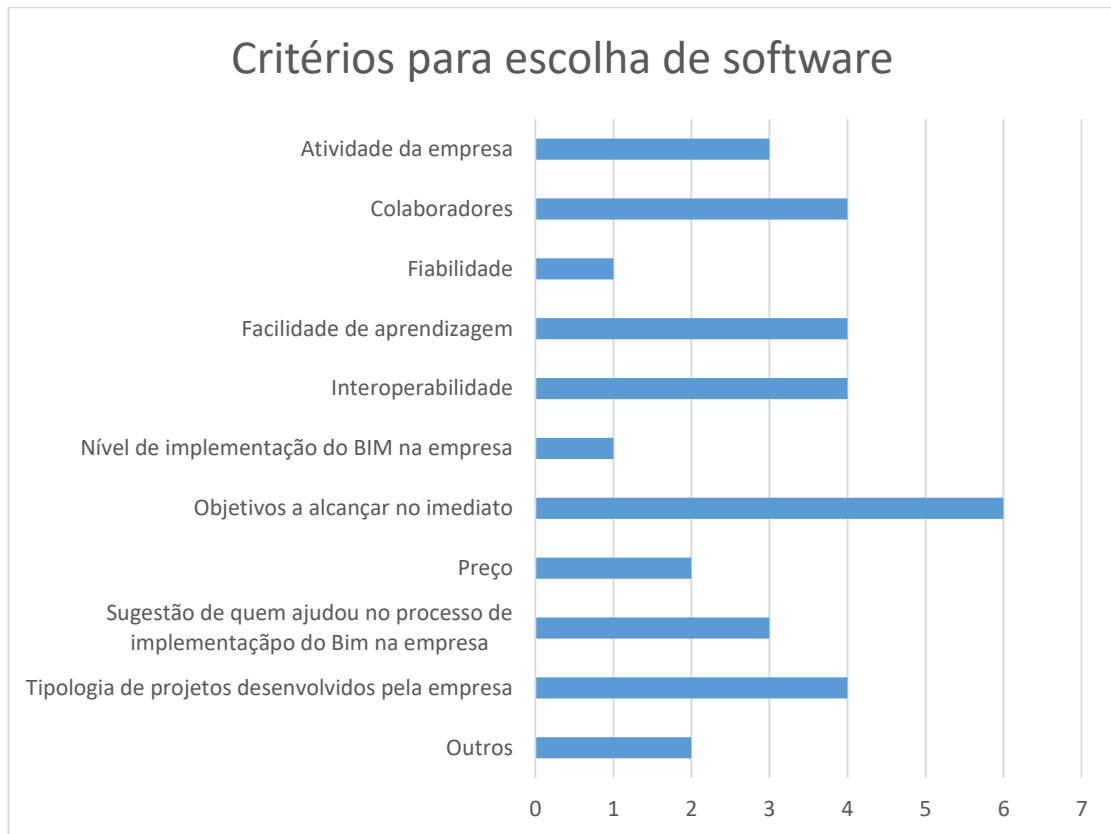


Gráfico 22 – Critérios adotados para a escolha de *software*

O principal critério assinalado pelos inquiridos para a seleção de *softwares*, pelos inquiridos, segundo o Gráfico 22 que reúne as respostas obtidas, relaciona-se com o objetivo a alcançar no imediato.

A escolha dos *softwares* é relevante no processo de implementação. No entanto, o sucesso da implementação é influenciado por outros fatores. O Gráfico 23 apresenta exemplos de fatores que influenciam o sucesso de implementação da metodologia *Building Information Modeling*.

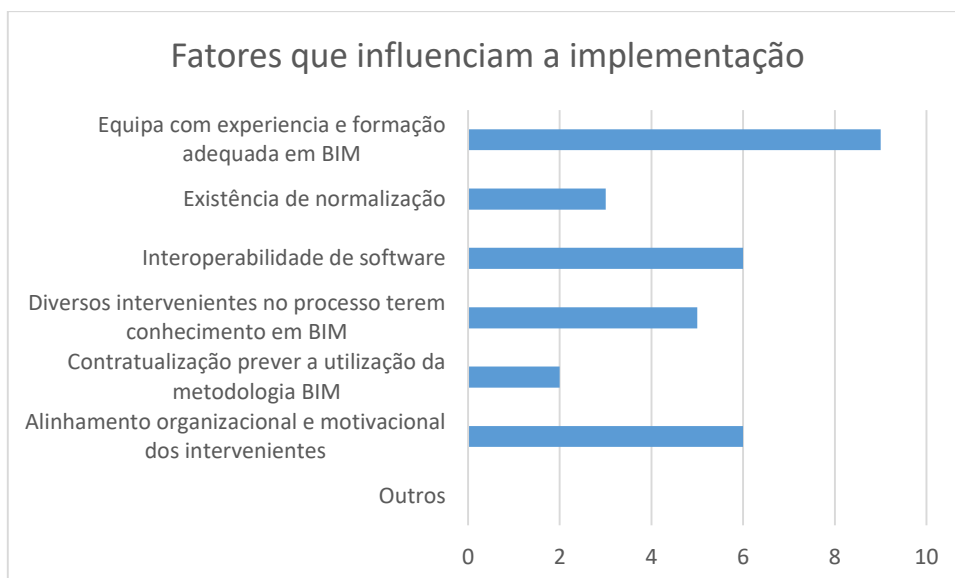


Gráfico 23 – Fatores que influenciam a implementação da metodologia BIM

Dos fatores apresentados, destaca-se a elaboração de uma equipa com experiência e formação adequada em BIM, seguindo-se a interoperabilidade dos *softwares* e o alinhamento organizacional e motivacional dos intervenientes.

Na última questão da presente secção, foram apresentadas algumas necessidades que as organizações portuguesas enfrentam, atualmente, para a implementação do BIM, onde se solicitava que estas fossem assinadas segundo o grau de relevância.

As necessidades apontadas são as seguintes:

- Mapeamento dos processos;
- Organização de recursos;
- Organização de equipas;
- Estruturação de informação;
- Aquisição de *softwares*;
- Contratação de consultadoria;
- Catálogos eletrónicos,
- Normas de apoio;
- Normalização;
- Formação BIM;

Dos resultados obtidos foi possível apurar o seguinte:

- Entre os onze respondentes, cinco consideraram que o Mapeamento dos processos é muito relevante, o que se traduz em 45,5% das respostas;
- Dois dos onze respondentes consideram que a organização de recursos é muito relevante, correspondendo a 18,2%;
- Cerca de 45,5% dos inquiridos consideram que a organização de equipas é muito relevante, traduzindo-se em cinco respostas;
- A estruturação da informação foi considerada por 54,5% dos inquiridos como muito relevante, o que equivale a seis em onze respostas.
- Foi considerado por 27,3% dos inquiridos, ou seja, por três dos respondentes, que a aquisição de *software* é muito relevante;
- Três dos onze inquiridos, nomeadamente 27,3%, consideram muito relevante a contratação de consultadoria;
- Nenhum dos inquiridos, 0%, considera os catálogos eletrónicos relevantes;
- Dos inquiridos, 36,4% consideram que as normas de apoio muito relevantes são uma das principais necessidades para implementar a metodologia BIM;
- Três em onze respondentes, ou seja, 27,3%, consideram que a normalização é muito relevante para a implementação do BIM;
- A necessidade com mais impacto, considerada como muito relevante por sete dos onze inquiridos, nomeadamente 63,6%, é a Formação em BIM.

4.1.4 Secção 4 – Dificuldades e barreiras

A secção 4 do inquérito aborda as dificuldades e barreiras associadas à implementação da metodologia BIM nas organizações.

Conforme se pode verificar, quer através do Estado da Arte da presente Dissertação, quer através do questionário, as organizações integrantes do setor da Arquitetura, Engenharia e Construção debatem-se continuamente com dificuldades e barreiras para implementar o BIM. De entre as várias existentes, destaca-se organizações reféns de paradigmas antigos e resistência à mudança, falta de preparação do mercado para receber a metodologia e a dificuldade em encontrar parceiros que utilizem o conceito e a metodologia. Estes três fatores apresentados encontram-se com percentagens superiores a 50%.

O fator que, através dos resultados, é unânime como não sendo uma barreira e/ou entrave é “Demasiadas barreiras legais” com 0%. Este não se apresenta como sendo um entrave, pois não existe legislação em Portugal, assim como, também não existem diretivas europeias para a utilização do BIM.

Na Tabela 1, é possível verificar quais os entraves com maior e/ou menor significância para a implementação do BIM.

Tabela 1 – Entraves e barreiras à implementação da metodologia BIM

Entrave / Barreira	Nº de respostas (un)	Nº de respostas (%)
Organização refém de paradigmas antigos e resistência à mudança	10	90,90%
Custo e curva de aprendizagem demasiado dispendiosos	5	45,50%
Processo de implementação mais demorado que o esperado	2	18,20%
Falta de preparação do mercado para receber a metodologia	8	72,70%
Demasiadas barreiras legais	0	0,00%
Redução de produtividade nas equipas de trabalho afetas	4	36,40%
Dificuldade em encontrar parceiros que utilizem o conceito/metodologia	6	54,40%
Problemas de comunicação entre ferramentas	4	36,40%
Outros	0	0,00%

Nesta secção foi colocada uma questão do tipo aberta para que os inquiridos descrevessem de entre as inúmeras barreiras desta temática a que consideram ter sido a mais expressiva e condicionante no que concerne à implementação do BIM na sua organização ou em organizações com que colaborou.

A barreira com mais expressividade continua a estar relacionada com a resistência à mudança de paradigma por parte das organizações, enfatizada por um dos respondentes que comenta que, na sua empresa, demorou cerca de 1 ano e 6 meses a “convencer” a administração. Salienta-se ainda a questão dos custos associados à curva de aprendizagem e a falta de normalização. Relativamente a esta, foi comentado que a existência de uma obrigatoriedade permitiria uma maior utilização e adoção do BIM.

4.1.5 Secção 5 – Ultrapassar desafios

Esta última secção do questionário foi elaborada com o intuito de perceber quais as principais estratégias adotadas para combater e ultrapassar as barreiras com que a implementação do BIM se depara.

Na primeira questão desta secção, foram apresentadas 6 estratégias que podem ser utilizadas para ultrapassar alguns desafios. Era solicitado que o respondente classificasse como relevante ou irrelevante consoante o impacto que tiveram na implementação da metodologia na organização onde trabalha ou com quem colaborou.

A ação que se apresentou com mais significância foi a adoção de projetos-piloto, classificada como muito relevante por sete dos respondentes, o que corresponde a uma percentagem de 63,6%.

A ação da administração foi considerada por quatro dos respondentes, traduzida em 36,4%, como uma ação estratégica muito relevante.

As estratégias *bottom-up* e *top-down* foram classificadas por dois dos inquiridos como muito relevante, o que corresponde a 18,2% dos respondentes.

A constituição de uma pequena equipa para trabalhar em BIM foi considerada por 36,4%, traduzido por quatro respondentes, como muito relevante.

A eleição de um *sponser* foi considerada por três respondentes como muito relevante (27,3%), e por dois respondentes (18,2%) como irrelevante.

Assim, podemos verificar que as estratégias mais utilizadas, pelos respondentes deste questionário, para ultrapassar as principais dificuldades e barreiras remete à ação da administração, à constituição de uma equipa BIM e à utilização de projetos-piloto, como pode ser verificado no Gráfico 24.

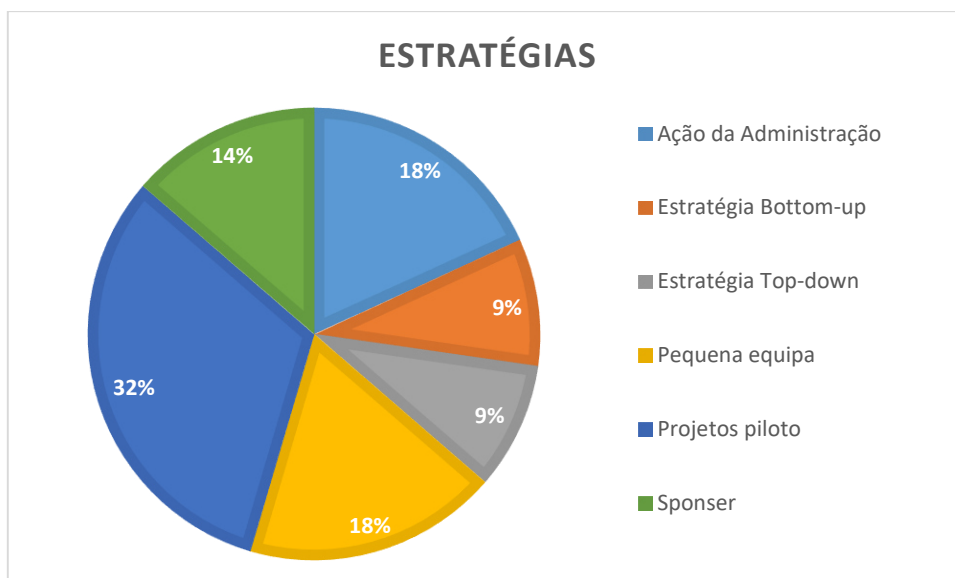


Gráfico 24 – Estratégias de auxílio à ultrapassagem de barreiras e dificuldades

A segunda parte desta secção solicitava a identificação de pelo menos mais três estratégias para ultrapassar barreiras encontradas na implementação do BIM e classificá-las.

Como estratégias foram apresentadas as seguintes:

- Simulação de projetos de replicação para comparação de dados com o método tradicional;
- Qualidade de trabalho realizado;
- Criação de uma normativa legal;
- Criação de uma certificação de BIM associada a essa normativa;
- Adoção obrigatória do processo BIM por parte do CCP;
- Necessidade do mercado;
- Contratação externa com recursos a empresas de consultoria;
- Formação em BIM e *software* das equipas técnicas e colaboradores;
- Realização de ações de divulgação interna;
- Recursos informáticos adequados;
- Demonstração à administração, diretores e equipas técnicas dos benefícios do BIM;
- Adoção de projetos-piloto;
- Comunicação a todas as partes interessadas;
- Publicação de casos de sucesso;
- Demonstração da exigência dos modelos em concurso.

De entre as várias estratégias enumeradas, foram classificadas como muito relevantes a demonstração dos benefícios da metodologia aos administradores e diretores das organizações responsáveis pela autorização da implementação da metodologia, a formação dos colaboradores e das equipas técnicas na metodologia BIM e nas suas ferramentas, a contratação de empresas de consultoria para auxílio no processo de implementação e a criação de uma normativa legal.

4.2 Limitações do estudo

O estudo realizado, cuja finalidade se encontra direccionada para a redação de um documento com recomendações e orientações para o auxílio da implementação da metodologia BIM, deparou-se com alguns obstáculos, como é habitual em todos os trabalhos baseados na recolha de dados através de inquéritos. Estes trabalhos apresentam várias condicionantes que podem impedir a generalização ou a extrapolação de resultados obtidos. Neste trabalho em específico, a principal condicionante deve-se à amostra reduzida, constituída somente por 16 inquiridos. A amostra do inquérito é reduzida uma vez que, atualmente, o número de organizações em que o BIM se encontra implementado não é muito substancial. Por outro lado, não é fácil identificar todas as empresas a nível nacional que se encontram atualmente a trabalhar em BIM, constituindo, assim, uma nova limitação deste estudo.

A mobilização dos inquiridos para responderem ao inquérito apresentou-se como uma outra limitação. Para obter as onze respostas foi necessário insistir diversas vezes com os inquiridos e evidenciar a importância e relevância em colaborarem com os seus conhecimentos e experiências para este trabalho.

Em suma, apesar das limitações associadas ao presente estudo, nomeadamente a amostra ser reduzida, difícil levantamento de todas as empresas que se encontram a laborar com a metodologia BIM implementada bem como a mobilização dos inquiridos, foi possível adquirir um número de respostas bastante considerável atendendo à amostra.

5 CADERNO DE ORIENTAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O principal objetivo da presente Dissertação assenta na redação de um Caderno de Orientações e recomendações para auxílio na implementação da Metodologia BIM nas organizações em Portugal. Este caderno tem como linhas de orientação a pesquisa efetuada aquando da redação do Estado da Arte e essencialmente os resultados obtidos da análise do inquérito.

Assim, e dado que a implementação da metodologia BIM se encontra numa fase muito embrionária em Portugal, devido à inexistência de *Guidelines* ou de Normalização de apoio capazes de guiar os intervenientes da indústria AEC, surge este caderno com algumas orientações e recomendações para os interessados em implementar a metodologia BIM.

Primeira Fase - Decisão

A implementação da metodologia BIM numa organização constitui uma mudança de paradigmas dessa organização, sendo necessário, desde logo, ser assegurada a vontade de mudança de todos os colaboradores. Por isso, a decisão de avançar com a implementação da metodologia deve ser sempre uma opção estratégica alinhada com os objetivos da empresa e o seu posicionamento no mercado. A decisão da implementação deve ser, ainda, reforçada pela Administração, não devendo ser subestimada a sua resistência, pois a mudança para o BIM é uma decisão de negócios e requer compromissos dos diretores sobre diversos aspetos, como por exemplo, *software* e *hardware*, custos de aprendizagem, interface com consultores e clientes, ineficiência do funcionamento de sistemas paralelos, impacto e sistemas de produção.

A melhor estratégia para vencer a resistência da Administração é através da demonstração da maior eficiência do processo BIM face ao processo tradicional.

Com a tomada de decisão pela implementação da metodologia BIM está a assumir-se uma mudança cultural, onde a organização terá de adquirir novas competências necessárias, preferencialmente através da aceitação e capacitação de todos os colaboradores. Caso não

estejam reunidas todas as condições para a mudança partir de recursos internos pode recorrer-se a recursos externos através da contratação de uma consultora BIM.

Segunda Fase: Seleção de *softwares*

Atualmente, existe no mercado uma variedade muito extensa de *softwares* BIM, uns mais detalhados que outros. A diversidade dos *softwares* implica que a escolha deve ser cuidada e ponderada, pois, para além de estes representarem um grande investimento financeiro para as empresas, pode também ditar o sucesso ou insucesso da transição para o BIM.

Os principais fatores que devem estar associados à seleção do *software* são:

- Objetivos a alcançar;
- Tipologia dos projetos desenvolvidos pela empresa;
- Interoperabilidade dos *softwares*;
- Facilidade de aprendizagem;
- Colaboradores;
- Atividade da empresa.

É de salientar que a consulta de um especialista para a escolha do *software*, bem como conversar com vendedores e com elementos de outras organizações que já utilizem o BIM são ações que se podem revelar muito importantes.

Terceira Fase: Formação BIM

O sucesso da implementação da metodologia BIM, conforme verificado pelos resultados do inquérito, é influenciado, essencialmente, por equipas com experiência e formação adequada em BIM e por diversos intervenientes no processo terem conhecimentos em BIM. Assim, a implementação da metodologia está inteiramente conectada com a formação dos colaboradores das organizações, pois a rápida adoção desta metodologia na prática profissional torna necessário ter profissionais com competências adequadas.

O investimento na formação e consequente valorização dos colaboradores resulta no aumento significativo da produtividade e rentabilidade dos colaboradores que tenham frequentado

ações de formação em BIM. A formação permite atualização e reciclagem dos conhecimentos permitindo-os encarar mais facilmente toda a mudança implícita, como por exemplo, identificar quais as principais diferenças comparativamente aos processos da metodologia tradicional, quais os principais benefícios associados e quais as possibilidades implícitas à adoção da metodologia BIM.

É importante que as organizações estejam conscientes da importância de investir em formação, pois trata-se de um investimento futuro, não devendo o tempo de formação ser sacrificado.

Quarta fase: Adoção de uma estratégia

Conforme foi possível observar pelo questionário efetuado, o processo de implementação passou pela criação de uma equipa BIM e seleção de um projeto-piloto em praticamente todas as organizações.

- Seleção de uma equipa BIM

A equipa BIM deve ser composta pelos colaboradores mais dispostos a abraçar desafios e a iniciar um novo projeto. De entre os elementos da equipa deve definir-se o Gestor BIM, designado por BIM *manager*. O BIM *manager* ficará responsável pelo enquadramento dos diversos especialistas BIM das empresas contratadas para o projeto de construção, entre outras.

- Desenvolvimento e aquisição de competências

A equipa BIM deve desenvolver e adquirir competências BIM, sendo elas competências tecnológicas e humanas. As competências humanas são fundamentais para mudar a ótica de conceber as construções e perceber no que é que consiste a metodologia BIM e os seus principais princípios. As competências tecnológicas estão associadas ao manuseamento das ferramentas BIM.

- Seleção de um projeto-piloto

O projeto-piloto deve residir no processo e/ou empreendimento com maior criticidade e probabilidade de sucesso, como é o caso da construção de habitações que, de uma forma mais

rápida, apresentarão resultados positivos, contribuindo para o aumento da confiança e da crença dos colaboradores sobre a metodologia.

- Metodologia BIM vs Metodologia Tradicional

De forma a averiguar os verdadeiros impactos da metodologia BIM, o projeto-piloto deve ser desenvolvido pela equipa BIM e por uma outra equipa através da metodologia tradicional, em simultâneo, podendo verificar-se as vantagens associadas e as melhorias associadas.

- Mapeamento de processos

Mapear os processos aquando da adoção do projeto-piloto de maneira organizada e eficaz é importantíssimo para os colaboradores que constituem a equipa BIM, bem como para os restantes colaboradores das organizações aquando da transição total para a metodologia BIM, pois explicitam todos os passos-chave a adotar para desenvolver os projetos

O mapeamento dos processos deve ser atualizado periodicamente conforme forem desenvolvidos mais projetos em BIM, pois todos os projetos são diferentes e acarretam necessidades por vezes distintas, tornando-os o mais completo possível.

- Divulgação

A utilização de projetos-piloto permite um enfoque na melhoria dos processos através da implementação da metodologia, devendo todas as iniciativas ser divulgadas a todos os colaboradores da organização. A divulgação é fundamental para que, quando se proceder à expansão a toda a organização, todos estejam familiarizados com a temática e o processo de mudança seja mais fácil.

Quinta Fase: Transição para BIM

Após todos os esforços direcionados para os projetos-piloto culminando em casos de sucesso, as organizações encontram-se aptas para começar a proceder à transição. A transição da metodologia tradicional para a metodologia BIM deve ser efetuada de forma gradual, pois

para além de todas as mudanças de paradigmas e processos existentes é necessário, também, uma transição a nível pessoal.

A administração e diretores têm de pensar no processo de transição como um todo, não devendo canalizar todos os esforços sobre a escolha de *software* e *hardware*, pois o planeamento estratégico de transição, os compromissos de enfrentar a dinâmica de cultura interna, os obstáculos e desafios decorrentes do fluxo de trabalho são muito mais importantes.

O empenho e espírito único, a comunicação transparente e assegurar que todos rumam para o mesmo objetivo são estratégias chave para combater a resistência que pode ainda existir em alguns colaboradores e para o sucesso da transição total.

Sexta fase: Criação de um manual BIM

O culminar da transição deve residir na criação de um Manual BIM interno que permita conduzir todos os colaboradores aos objetivos a que as organizações se propõem. A existência de um guia interno torna-se muito importante quando confrontado com a inexistência de uma Normalização Nacional ou Europeia que dê resposta aos problemas, estando assim redigidas as ações a tomar no desenvolvimento dos projetos de construção.

Considerações gerais:

A implementação bem sucedida da metodologia BIM nas organizações requer investimentos significativos nos colaboradores, na tecnologia e na formação. Não existe uma receita ou solução, por isso, é necessário encarar todo o processo com os “pés assentes na terra” e pré estabelecer que não é possível obter tudo perfeito desde o início e que, como qualquer coisa na vida, a mudança é constante.

6 CONCLUSÕES

6.1 Principais Conclusões

O presente trabalho pretende evidenciar o trabalho conducente à realização de uma dissertação que permita contribuir para a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) portuguesa, no que concerne à implementação da metodologia BIM. O seu papel é ajudar na mudança de cenário BIM em Portugal, auxiliando no incremento do número de organizações a implementar a metodologia BIM, através do caderno de orientações e recomendações para a implementação, apresentado no Capítulo 5.

A dissertação desenvolvida evidência o estágio embrionário da implementação da metodologia BIM em Portugal. Este estado pode resultar das numerosas objeções e reticências associadas à implementação da referida metodologia, como por exemplo, administrações reféns de paradigmas antigos e resistentes à mudança, fator apontado 90,9% dos respondentes como principal entrave barreira.

O inquérito efetuado durante esta dissertação surgiu com o intuito de recolher mais dados para possibilitar a redação do caderno de orientações e recomendações, uma vez que as informações disponibilizadas não eram suficientes. O inquérito permite, ainda, reunir um conjunto de conhecimentos e aprendizagens de pessoas que já enfrentaram o processo de implementação nas empresas onde trabalham e transmiti-las a outras organizações que pretendam implementar a metodologia BIM. Neste questionário foram obtidas 11 respostas válidas, em que a perceção dos intervenientes acerca da metodologia se revela fundamental para a génese do caderno. Apesar de não terem sido questionados elementos de todas as organizações onde o BIM se encontra implementado, considera-se a amostra adequada. No entanto, caso fosse possível reiniciar este trabalho tentaria que a amostra fosse mais significativa, pois permitiria obter informações mais diversificadas, com mais sugestões e aprendizados.

Através dos resultados apurados com o inquérito pode concluir-se, ainda, que a implementação da metodologia BIM é motivada essencialmente pela procura de patamares superiores e para a modernização das empresas, a par do desenvolvimento em outros países do Mundo, conforme foi possível apurar pelo resultado do inquérito.

Este trabalho evidencia as amplas vantagens da utilização da metodologia BIM. Sendo considerado pelos respondentes que esta temática tem um impacto muito relevante no setor da AEC, uma vez que a metodologia BIM traz benefícios nos projetos de construção sobretudo na diminuição de erros de projeto, melhor gestão de informação, melhor comunicação entre os intervenientes e melhor planeamento.

Para que se possa usufruir dos benefícios intrínsecos a esta metodologia, é necessário implementá-la nas organizações. No entanto, como foi possível observar e concluir do presente trabalho, atualmente, as organizações em Portugal apresentam algumas necessidades para a implementação do BIM às quais é necessário dar resposta, surgindo o caderno de recomendações como solução para este panorama.

As principais necessidades que o setor AEC enfrenta são, por exemplo, a formação em BIM, classificada por 63,5% dos respondentes como muito relevante, a estruturação da informação, considerada por 54,5% dos respondentes como muito relevante, o mapeamento dos processos e a organização de equipas, considerada por 45,5% dos respondentes como muito relevante, as normas de apoio, consideradas por 36,4% dos respondentes como muito relevantes, a normalização, a contratação de consultadoria e a aquisição de *softwares*, classificados por 27,3% dos respondentes como muito relevantes. Estas necessidades têm de ser suprimidas para que a implementação se processe com sucesso.

Para além de todas as necessidades que o sector da Arquitetura, Engenharia e Construção enfrentam, existem ainda muitas barreiras, que necessitam ser ultrapassadas, entre elas destacam-se as organizações reféns de paradigmas antigos e a resistência à mudança, a falta de preparação do mercado para receber a metodologia, a dificuldade em encontrar parceiros que utilizem o conceito/metodologia, o custo e curva de aprendizagem demasiado dispendiosos, a redução de produtividade nas equipas de trabalho afetas aos projetos em BIM e os processos de implementação mais demorados que o expectável.

Como forma de ultrapassar e contornar estas barreiras e necessidades impostas à implementação da metodologia BIM, surge uma ação forte e favorável da Administração, a adoção de projetos-piloto que devem residir no processo e/ou empreendimento com maior criticidade e probabilidade de sucesso, devendo ser desenvolvidos por pequenas equipas de trabalho constituídas pelos colaboradores mais dispostos a abraçar desafios e a iniciar um

novo projeto e através da criação de uma normativa legal capaz de auxiliar os intervenientes do setor das AEC.

Atendendo ao trabalho realizado saliento a importância do inquérito realizado, em especial dos resultados obtidos com as secções 4 e 5. As secções 4 e 5 do inquérito apresentam-se como sendo muito importantes pois é através delas que se identificam as principais necessidades do setor para implementar a metodologia, as principais barreiras encontradas no processo de implementação bem como as principais estratégias adotadas pelos pioneiros da implementação da referida metodologia em Portugal.

Assim, o caderno de orientações e recomendações para a implementação da metodologia BIM nas organizações em Portugal, resultante da informação recolhida para a redação do presente trabalho, e do inquérito realizado aos intervenientes da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção cuja metodologia BIM já se encontra implementada nas organizações onde trabalham, permitiu dar resposta à questão central deste trabalho “Implementação do BIM nas Organizações: Práticas e sugestões para a Implementação”. Através do caderno são apresentadas informações que auxiliam na tomada de decisão pela implementação da metodologia BIM, nos critérios a adotar com a escolha de *softwares*, realça a importância da formação em BIM, apresenta uma estratégia para a implementação e enfatiza a importância da criação de um manual BIM nas empresas. Assim, o caderno apresenta-se capaz de orientar os intervenientes do setor AEC que tenham tomado a decisão de implementar a metodologia BIM nas suas organizações ou em organizações onde trabalham.

De um modo geral, pode concluir-se que o BIM traz facilidades e mais eficiência nas construções, porém não se conseguirá com facilidade, visto que para usufruir desses benefícios é preciso que a sociedade, no geral, se adeque a este novo cenário, desde o cliente ao empreiteiro. Assim, a aposta em ações de formação e em guias de procedimentos são fundamentais para um aumento progressivo de níveis de conhecimento e maturidade entre parceiros e utilizadores, que são fatores determinantes para o sucesso da implementação BIM em Portugal. Neste sentido, salienta-se a relevância do desenvolvimento e redação do Caderno de Orientações e Recomendações, assentes nas necessidades e estratégias de implementação evidenciadas pelos respondentes do inquérito, para o auxílio na Implementação da Metodologia BIM nas organizações em Portugal.

6.2 Oportunidades e sugestões para trabalhos futuros

A adoção da metodologia BIM no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) implementada nas organizações Portuguesas abre um conjunto de oportunidades capazes de impulsionar novamente a construção em Portugal, equiparando-se tecnologicamente aos outros setores.

A utilização da metodologia BIM incrementa a competitividade do setor a nível nacional e internacional, permite criar novos processos e metodologias de trabalho e acrescenta um potencial de inovação e criação de práticas colaborativas estabelecidas pela metodologia.

Assim, a principal oportunidade associada à temática BIM como trabalho futuro, no que concerne a este trabalho, passa pela possibilidade de colocar em prática a adoção do conjunto de orientações e recomendações presentes no caderno como auxílio à implementação da metodologia em organizações portuguesas que demonstrem apreço e vontade pelo BIM.

Para além do enunciado no parágrafo anterior, este caderno apresenta-se como uma base para o desenvolvimento de uma política nacional que proporcione um eficaz processo de implementação da metodologia BIM mais detalhado e pormenorizado, devendo este processo ser transversal a todos os colaboradores e intervenientes do setor da AEC.

Assim, a estratégia para a implementação da metodologia BIM em Portugal pode ter em consideração os seguintes aspetos:

- Integrar todos os intervenientes e colaboradores da cadeia do setor da construção, estudando as suas práticas e áreas de atuação;
- Promover a disseminação entre todos os intervenientes e colaboradores ligados à cadeia da construção;
- Promover e incentivar a formação em BIM através da criação de cursos de formação profissional conforme tem acontecido no Porto e em Lisboa pela Ordem dos Engenheiros, e através da inserção de unidades curriculares relacionadas com a temática BIM em cursos do Ensino Superior ligados ao setor da Arquitetura, Engenharia e Construção, como aconteceu na Universidade do Minho nos anos letivos de 2014/2015 e de 2015 e 2016;
- Promover a cooperação e colaboração entre todos os intervenientes de um projeto;

- Apoiar na reconversão e no mapeamento de processos e metodologias de construção, auxiliando, assim, na evolução das organizações do setor da AEC;
- Divulgar e disseminar, através de campanhas de sensibilização, as alterações inerentes à mudança de processos de desenho e construção digital aplicados à construção;

Assim, para que a disseminação da metodologia BIM se processe de forma eficaz, importa continuar a estudar e aprofundar com rigor o potencial da metodologia e as suas verdadeiras necessidades, visando uma melhor qualidade da construção sob aspetos ambientais, funcionais e económicos, não devendo haver pressa na constituição de normalização e legislação para que durante o processo ninguém seja excluído.

BIBLIOGRAFIA

- AICCOPN. (2015). Novidades: AICCOPN quer construção como motor da Ecónomia. Obtido em 25 de junho de 2015 de http://www.aiccopn.pt/news.php?news_id=739
- Antunes, J. M. (2013). Interoperabilidade em Sistemas de Informação. Universidade do Minho.
- Associação de Estudantes de Engenharia Civil da Universidade do Minho, (nd). BIMCLUB. Obtido em 19 de janeiro de 2016 de BIMCLUB: <http://www.bimclub.pt/>
- Autodesk. (s.d). Autodesk. Obtido em 20 de junho de 2015 de <http://www.autodesk.com.br/adsk/servlet/item?siteID=1003425&id=16157046>
- Autodesk. (s.d.). The advantages of BIM-Enabled Sustainable Design for Improving Comercial Building Performance. Autodesk White Paper.
- Azenha, M., Lino, J. C., & Caires, B. (2015). BIM na Engenharia Civil:Projeto e Construção- Interoperabilidade e regulamentação. Universidade do Minho, IDP-Integrated Design Process. Guimarães, Portugal.
- Azenha, M., Lino, J. C., & Caires, B. (2015). BIM na Engenharia Civil: Projeto e Construção- Introdução ao BIM. Universidade do Minho, IDP-Integrated Design Process. Guimarães, Portugal.
- Azenha, M., Lino, J. C., & Caires, B. (2015). BIM na Engenharia Civil: Projeto e Construção- Modelação paramétrica e projeto digital. Universidade do Minho, IDP-Integrated Design Process. Guimarães, Portugal.
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building Information Modeling (BIM): Now and Beyond. Australasian Journal of Construction Economics and Building.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., & Leung, B. H. (2008). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects. First International Conference on Construction in Developing

Countries (ICCIDC–I) “Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice”. Karachi, Karachi, Pakistan.

Banco de Portugal. (2014). Estudo da Central de Balanços:15-Análise do Setor da Construção. Lisboa.

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

BIM Forum Portugal. (2011). Building Information Model na Mota-Engil. Porto, Portugal.

Caires, B., Lino, J. C., Azenha, M., & Lacerda, N. (2015). Implementação e Coordenação BIM. Universidade do Minho-Integrated Design Process. Guimarães, Portugal.

Cambridge University Press. (nd). Cambridge Business Dictionary.

Carvalho, P. M. (2016). Análise estatística do Estado de Implementação da Tecnologia BIM no Setor da Construção em Portugal. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto

Che, L., Gao, Z., Hen, D., & Nguyen, T. H. (s.d.). Using building information modeling of measuring the efficiency of building energy performance. USA: Nottingham University Press - Proceeding in Civil and Building Engineering W Tizani.

Common BIM Requirements 2012. (2012.). Building SMART Finland. Obtido em 6 de dezembro de 2016 de <http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3>

Couto, J. P. (2015). BIM for contractors - Planning and costing - BIM 4D & 5D. Guimarães.

Couto, J. P., & Couto, A. B. (2007). Importância da revisão dos projetos na redução dos custos de manutenção das construções. Universidade de Coimbra: Congresso Construção 2007 – 3ª Congresso Nacional.

Couto, J. P., & Teixeira, J. C. (2006). Qualidade dos projectos: uma componente para a competitividade do sector da construção em Portugal. Guimarães.

- Eastman, C. (1975). The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design. AIA Journal, 46-50.
- Eastman, C. M. (1999). Building product models: computer environments supporting design and construction.
- Eastman, C., Teichloz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Englebart, D. C. (1962). Augmentins Human Intellect:A Conceptual Farmework. California: Stanford Reserch Institute.
- Fontes, H. M. (Fevereiro de 2010). Aplicação das técnicas "Building Information Modeling" (BIM) a estruturas de Engenharia Civil e transmissão de Conhecimento. Universidade do Minho.
- Fontes, H. M. (2010). Aplicação das técnicas "Building Information Modeling" (BIM) a estruturas de Engenharia Civil e transmissão de Conhecimento. Universidade do Minho.
- Formação online. (2015). Site da Formação online. Obtido em 26 de novembro de 2015 de <http://www.formacaoonline.pt/importancia-formacao-empresas/>
- Freitas, J. G. (2014). Metodologia BIM - Uma nova abordagem, uma nova esperança. Universidade da Madeira.
- Gomes, C. (2015). Use of generative algorithms and shape optimization strategies in structural design - Universidade do Minho. Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering. Guimarães, Portugal.
- Grupo de trabalho Lean na Construção. (2016). Guia Prático - Lean na Construção. Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção.

- Hadid, Z.(2013). Zaha Hadid: design do estádio da copa do Mundo de 2022. bimbon. Obtido em 20 de Fevereiro de 2015 de http://www.bimbon.com.br/arquitetura/zaha_hadid_design_do_estadio_da_copa_do_mundo_de_2022
- Hill, M. M. (1998). A Construção de um Questionário. DINÂMICA - Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica.
- Jrade, A., & Jalei, F. (2013). Integrating building information modelling with sustainability to design building projects at the conceptual stage. 16. Department of Civil Engineering, University of Ottawa. Canada.
- Khemlani, L. (2007). Third Annual BIM Awards, Part 1: AECbytes "Building the Future" Article.
- Kim, I., Kim, J., & Seo, J. (2012). Universidade do Minho, IDP-Integrated Design Process. Journal of Asian Architecture and Building Engineering.
- Manziona, L. (2015). Coordenar consultoria de ação. Especificações ND versão 2014 para BIM .Obtido em 20 de Junho de 2015. <http://www.coordenar.com.br/especificacoes-nd-versao-2014-para-bim/>
- Menezes, A. M., Viana, M. d., Junior, M. L., & Palhares, S. R. (2011). O BIM e os projetos de edificações: adequações e inadequações. Brasil: XV CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL > SIGRADI 2011 .
- Menezes, G. L. (2011). A brief historical of the BIM platform implementation. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 1º sem.
- Migilinskasa, D., Popovb, V., Juoceviciusc, V., & Ustinovichius, L. (2013). The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques,MBMST 2013. Vilnius Gediminas Technical University, Civil engineering faculty Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania: ELSEVIER.

- Moakher, P. E., & Pimplikar, S. (2012). Building Information Modeling (BIM) and Sustainability – Using Design Technology in Energy Efficient Modeling. *Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSRJMCE)*.
- Monteiro, A., & Martins, J. (2011). Linha de balanço - Uma nova abordagem ao planeamento e controlo das atividades da construção.
- Motawa, I., & Carter, K. (2012). 26 th IPMA World Congress. Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings. Crete, Greece: ELSEVIER.
- Motawaa, I., & Carterb, K. (2012). Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings. 26th IPMA World Congress, Crete, Greece, 2012. aSchool of Built Environment, Heriot Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, UK; bEdinburgh School of Architecture and Landscape Architecture, The University of Edinburgh, Edinburgh, UK: ELSEVIER.
- Okamoto, P. S. (2006). Teoria e prática da coordenação de projetos de edificações residenciais na cidade de São Paulo. 2006.
- Rocha, J. G. (2010). Utilização do BIM na Reabilitação de Edifícios. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia.
- Sampaio, N. R. (2014). Metodologia de controlo da qualidade de modelos BIM para análises 4D e 5D. Guimarães.
- Santos, A. (2014). Massa Cinzenta.. Cimento Itambé. Obtido em 20 de dezembro de 2015 de <http://www.cimentoitambe.com.br/ate-o-fim-da-decada-bim-estara-em-todos-os-projetos/>
- Sears, S. K., Sears, G. A., & Clough, R. H. (2008). Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management (Fifth Edit.).
- Sevilha, A. R. (2013). CONSTRUIR. Obtido em 20 de dezembro de 2015 de <http://www.construir.pt/2013/03/08/bimforum-portugal-promove-conferencia-internacional-bim-no-porto/>

- Silva, M. J., Salvado, F., Couto, P., & Azevedo, Á.V. (2016). Roadmap Proposal for Implementing Building Information Modelling (BIM) in Portugal. *Open Journal of Civil Engineering*.
- Soares, R. (2014). Construção mostra sinais de recuperação e deverá crescer em 2015. Público.
- Souza, F. H. (2012). Abordagem para introdução do conceito BIM em empresas incorporadoras e construtoras brasileiras: análise crítica sobre as posturas estratégicas tática e operacional.
- Taborda, P., & Cachadinha, N. (2012). BIM nas obras públicas em Portugal: Condicionantes para uma implementação com sucesso. Coimbra.
- Takim, R., Harris, M., & Nawawi, A. H. (2013). Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for quality of life within Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. "Quality of Life in the Built and Natural Environment". Centre of Postgraduate Studies, Faculty of Architecture, Planning and Surveying, Universiti Teknologi MARA (UiTM) Shah Alam, 40450 Malaysia: ELSEVIER.
- Vasconcelos, T. (2010). Building Information Model – Avaliação do seu potencial como solução para os principais atrasos e desperdícios na construção portuguesa. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Venâncio, M. J. (2015). Avaliação da Implementação de BIM - Building Information Modeling em Portugal. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.
- Vieira, S. (2009). Como Elaborar Questionários. Editora Atlas.
- Yin, H. (2010). Building Management System to support building renovation. Department of Civil and Environmental Engineering, UCC. Snapshots of Doctoral Reserch at University College Cork.
- Yuanb, Y. Y. (2011). The theory and framework of integration design of building. Advanced in Control Engineering and Information Science Whuhan, China, 430070. School of

Urban Design, Wuhan University, Wuhan, China, 430072; Computer Science and Technology school, Wuhan University of Technology: ELSEVIER.

ANEXOS

Anexo 1 – Inquérito

Levantamento das práticas para a Implementação do BIM

Com a era da modernização e a abertura que se esbateu sobre a maioria das economias, a produtividade, a qualidade, a durabilidade e as novas tecnologias ganharam nova importância, o que se refletiu, também, na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A metodologia e ferramentas BIM (Building Information Modeling) apresentam-se como uma resposta a estas novas problemáticas, revolucionando a forma de pensar e agir no setor da AEC. Assim, toma-se imperativo proceder a uma correta e eficaz implementação do BIM.

Este inquérito insere-se no âmbito de uma dissertação de Mestrado em desenvolvimento na Universidade do Minho e tem como objectivo final fazer um levantamento e caracterização dos processos de Implementação do BIM nas empresas em Portugal.

A sua resposta e o seu contributo são muito importantes.

Obrigada pela sua participação.

***Obrigatório**

Secção 1 : Análise Geral

Secção destinada a todos os tipos de intervenientes.

1. 1 - Indique a localidade do país onde tem exercido a sua atividade? *

Selecionar uma das opções.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Zona Norte
- ☐ Açores
- ☐ Zona Centro
- ☐ Madeira
- ☐ Zona de Lisboa e Vale do Tejo
- ☐ Zona Sul
- ☐ Outro: _____

2. 2 - Qual(ais) a(as) área(s) de atuação da Empresa? *

Selecionar as opções que se adequam.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Arquitetura
- ☐ Dono de Obra Privado
- ☐ Dono de Obra Público
- ☐ Construção
- ☐ Consultadoria
- ☐ Engenharia
- ☐ Fiscalização
- ☐ Promoção Imobiliária
- ☐ Outro: _____

3. 3 - Qual a função que desempenha na empresa? *

Assinalar a opção que mais se adequa.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Administrador
- ☐ Diretor
- ☐ Técnico
- ☐ Outro: _____

4. 4 - Qual a sua formação? *

Selecione as opções que considerar mais apropriadas

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Arquitetura
- ☐ Economia
- ☐ Engenharia
- ☐ Formação técnica de CAD/BIM
- ☐ Gestão
- ☐ Outro: _____

5. 5 - Qual é a sua idade? *

Selecionar apenas uma opção de resposta.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Menos de 25 anos
- ☐ 25 - 35 anos
- ☐ 36 - 45 anos
- ☐ 46 - 55 anos
- ☐ Mais de 55 anos

6. 6 - Quantos anos de experiência profissional possui? *

Selecionar apenas uma opção de resposta.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Menos de 5 anos
- ☐ 5 - 10 anos
- ☐ 11 - 15 anos
- ☐ 16 - 20 anos
- ☐ Mais de 20 anos

Secção 2 : Building Information Modeling (BIM)

Secção destinada a todos os tipos de intervenientes embora se aproprie melhor a projetistas, construtores, fiscalizações e donos de obra.

7. 1 - Como obteve a sua formação e conhecimentos em BIM? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Formação Profissional
- ☐ Formação Académica
- ☐ Auto Aprendizagem
- ☐ Outro: _____

2 - No que concerne ao BIM, numa escala de 1 a 5, como avalia o seu conhecimento sobre a metodologia? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Fraco	☐	☐	☐	☐	☐	Muito Bom

3 - Como avalia a importância do BIM no que respeita ao impacto no setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção)? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Irrelevante	☐	☐	☐	☐	☐	Muito relevante

4 - Na sua opinião, quais os principais impactos que o BIM tem (ou terá) nos projetos de construção (incluindo conceção, projeto, construção e manutenção)? *

Selecionar as opções com que mais se identifica.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Melhor planeamento
- ☐ Melhor comunicação entre os intervenientes
- ☐ Menores erros de projeto
- ☐ Melhor gestão de informação
- ☐ Maior controlo do tempo
- ☐ Maior controlo dos custos
- ☐ Maior facilidade de manutenção
- ☐ Maior sustentabilidade das construções
- ☐ Outro: _____

5 - Numa escala de 1 a 5 como classifica a sua experiência com o BIM? *

Selecionar apenas uma das respostas.

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Pouco significativa	☐	☐	☐	☐	☐	Muito significativa

6 - Em quantos projectos com base no conceito BIM esteve envolvido? *

7- Indique a tipologia dos projetos em BIM em que esteve envolvido

Secção 3 : Implementação do BIM nas Organizações

Secção destinada a todos os tipos de intervenientes embora se aproprie melhor a projetistas, construtores, fiscalizações e donos de obra.

1 - A empresa onde exerce a sua atividade tem o BIM implementado? *

Assinalar somente uma das respostas.

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

2 - Há quanto tempo a metodologia BIM foi implementada? *

Assinalar somente uma opção de resposta.

Marcar apenas uma oval.

☐ 0 - 1 ano

☐ 1 - 2 anos

☐ 2 - 3 anos

☐ 3 - 4 anos

☐ Mais de 4 anos

3 - Como classifica o nível de maturidade da Implementação BIM na empresa? *

Assinalar somente uma opção de resposta.

Marcar apenas uma oval.

☐ Nível 1 - Metodologia tradicional CAD 2D e 3D com uma ferramenta de colaboração criando um ambiente de troca de dados

☐ Nível 2 - Metodologia BIM 3D, o ambiente colaborativo é estruturado em diferentes especialidades de projeto, modelos parciais (BIM models), com ferramentas que permitem integrar os dados de cada modelo BIM. Pode incluir aplicações BIM 4D e BIM 5D

☐ Nível 3 - Modelo único e totalmente integrado. Este sistema é gerido através de um servidor colaborativo

4 - Explique como foi o processo de implementação do BIM na sua empresa ou em empresas com quem colaborou, conforme a situação que se aplique. *

Explicitar, de forma sumária, os aspetos que considera mais relevantes neste processo de implementação.

5- Como classifica o nível de utilização da metodologia BIM na empresa? *

Assinalar somente uma opção de resposta.

Marcar apenas uma oval.

☐ Inicial

☐ Moderado

☐ Avançado

☐ Muito avançado

6 - O que levou/motivou a empresa a implementar e a utilizar o BIM? *

Assinalar as opções que se adequam.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Exigência de Donos de Obra Internacionais
- ☐ Exigência de Donos de Obra Nacionais
- ☐ Modernização da empresa
- ☐ Procura de patamares de desempenho superiores
- ☐ Outro: _____

7 - Quais os recursos necessários e estratégias seguidas para a implementação do BIM na organização em que trabalha ou para quem trabalha/trabalhou? *

Assinale as opções que se adequam.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Formação dos quadros
- ☐ Apoio de consultoras
- ☐ Organização interna através de constituição de equipas devidamente formadas
- ☐ Outro: _____

8 - Quais os critérios adotados pela sua empresa ou em empresas com quem colaborou, conforme a situação que se aplique, para a seleção dos Softwares? *

Assinalar as opções que se adequam.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Atividade da empresa
- ☐ Colaboradores
- ☐ Fiabilidade
- ☐ Facilidade de aprendizagem
- ☐ Interoperabilidade
- ☐ Nível de implementação do BIM na empresa
- ☐ Objetivos a alcançar no imediato
- ☐ Preço
- ☐ Sugestão de quem ajudou no processo de implementação do BIM na empresa
- ☐ Tipologia de projetos desenvolvidos pela empresa
- ☐ Outro: _____

9 - O sucesso da implementação da metodologia BIM é influenciado por vários fatores. Indique os que considera relevantes. *

Marcar as opções que entende aplicáveis.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Equipa com experiência e formação adequada em BIM
- ☐ Existência de normalização
- ☐ Interoperabilidade de software
- ☐ Diversos intervenientes no processo terem conhecimento em BIM
- ☐ Contratualização prever a utilização da metodologia BIM
- ☐ Alinhamento organizacional e motivacional dos intervenientes
- ☐ Outro: _____

10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades. *

Na sua ótica, assinale e classifique na tabela abaixo, as principais necessidades para o sucesso da implementação do BIM nas organizações e qual o seu grau de relevância. Marcar apenas uma oval por linha.

	Irrelevante				Muito relevante			
Mapeamento de processos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Organização de recursos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Organização de equipas	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Estruturação de Informação	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aquisição de Softwares	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Contratação de consultoria	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Catálogos eletrónicos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Normas de apoio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Normalização	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Formação em BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Secção 4 : Dificuldades e Barreiras

Secção aplicável a todos os intervenientes.

1 - A implementação da metodologia pode enfrentar diversas barreiras e entraves. *

Assinale as opções que se adequam à implementação na empresa onde trabalha ou nas empresas com quem colaborou.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Organização refém de paradigmas antigos e resistência à mudança
- ☐ Custos e curva de aprendizagem são demasiado dispendiosos
- ☐ Processos de implementação mais demorados que o esperado
- ☐ Falta de preparação do mercado para receber a metodologia
- ☐ Demasiadas barreiras legais
- ☐ Redução de produtividade nas equipas de trabalho afetadas
- ☐ Dificuldade em encontrar parceiros que utilizem o conceito/metodologia
- ☐ Problemas de comunicação entre ferramentas
- ☐ Outro: _____

2 - Entre as várias barreiras existentes, descreva a que considera ter sido a mais expressiva e condicionante no que concerne à implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou. *

Secção 5 : Ultrapassar desafios

Secção aplicável a todos os intervenientes.

1 - Qual a estratégia adotada para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou? *

Identifique o grau de relevância das seguintes estratégias para enfrentar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM nas organizações.

Marcar apenas uma oval por linha.

	Irrelevante				Muito Relevante	
Ação da Administração	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Estratégia bottom-up	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Estratégia top-down	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pequena equipa	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Projetos piloto	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sponser	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*

Indique, no mínimo, mais três estratégias possíveis para ultrapassar barreiras encontradas na implementação do BIM e qualifique-as de 1 a 5 em que 1 corresponde a Irrelevante e 5 Muito Relevante.

Anexo 2 – Resumo de resultados obtidos através do Google Forms

11 respostas

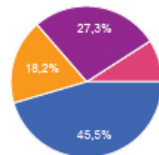
[Visualizar todas as respostas](#)

[Publicar análise](#)

Resumo

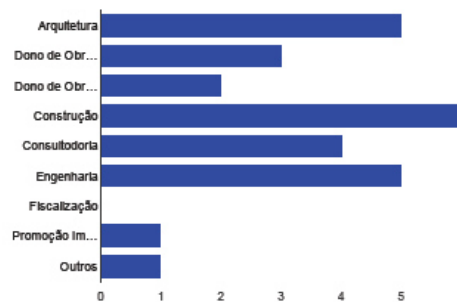
Secção 1 : Análise Geral

1 - Indique a localidade do país onde tem exercido a sua atividade?



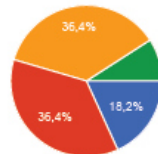
Zona Norte	5	45.5%
Açores	0	0%
Zona Centro	2	18.2%
Madeira	0	0%
Zona de Lisboa e Vale do Tejo	3	27.3%
Zona Sul	0	0%
Outros	1	9.1%

2 - Qual(ais) a(s) área(s) de atuação da Empresa?



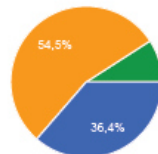
Arquitetura	5	45.5%
Dono de Obra Privado	3	27.3%
Dono de Obra Público	2	18.2%
Construção	6	54.5%
Consultadoria	4	36.4%
Engenharia	5	45.5%
Fiscalização	0	0%
Promoção Imobiliária	1	9.1%
Outros	1	9.1%

3 - Qual a função que desempenha na empresa?



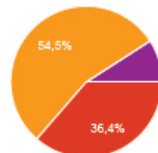
Administrador	2	18.2%
Diretor	4	36.4%
Técnico	4	36.4%
Outros	1	9.1%

4 - Qual a sua formação?



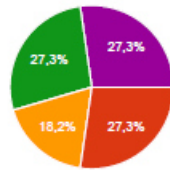
Arquitetura	4	36.4%
Economia	0	0%
Engenharia	6	54.5%
Formação técnica de CAD/BIM	1	9.1%
Gestão	0	0%
Outros	0	0%

5 - Qual é a sua idade?



Menos de 25 anos	0	0%
25 - 35 anos	4	36.4%
36 - 45 anos	6	54.5%
46 - 55 anos	0	0%
Mais de 55 anos	1	9.1%

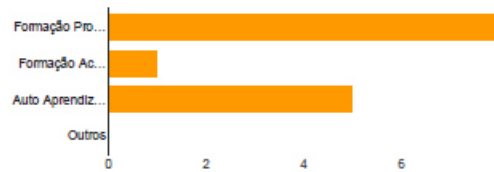
6 - Quantos anos de experiência profissional possui?



Menos de 5 anos	0	0%
5 - 10 anos	3	27.3%
11 - 15 anos	2	18.2%
16 - 20 anos	3	27.3%
Mais de 20 anos	3	27.3%

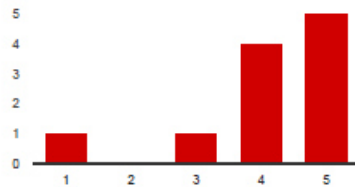
Secção 2 : Building Information Modeling (BIM)

1 - Como obteve a sua formação e conhecimentos em BIM?



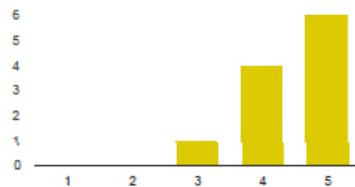
Formação Profissional	8	72.7%
Formação Académica	1	9.1%
Auto Aprendizagem	5	45.5%
Outros	0	0%

2 - No que concerne ao BIM, numa escala de 1 a 5, como avalia o seu conhecimento sobre a metodologia?



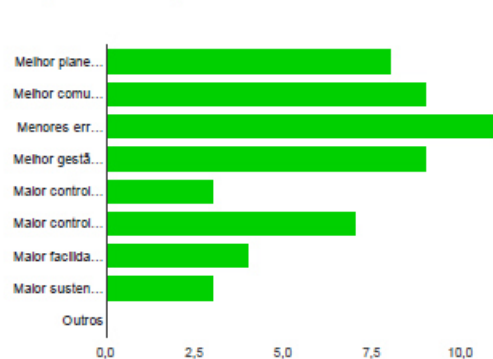
Muito Fraco: 1	1	9.1%
2	0	0%
3	1	9.1%
4	4	36.4%
Muito Bom: 5	5	45.5%

3 - Como avalia a importância do BIM no que respeita ao impacto no setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção)?



Irrelevante: 1	0	0%
2	0	0%
3	1	9.1%
4	4	36.4%
Muito relevante: 5	6	54.5%

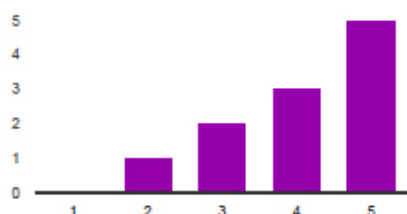
4 - Na sua opinião, quais os principais impactos que o BIM tem (ou terá) nos projetos de construção (incluindo conceção, projeto, construção e manutenção)?



Melhor planeamento	8	72.7%
Melhor comunicação entre os intervenientes	9	81.8%
Menores erros de projeto	11	100%
Melhor gestão de informação	9	81.8%
Maior controlo do tempo	3	27.3%
Maior controlo dos custos	7	63.6%
Maior facilidade de manutenção	4	36.4%
Maior sustentabilidade das construções	3	27.3%
Outros	0	0%

5 - Numa escala de 1 a 5 como classifica a sua experiência com o BIM?

Pouco significativa:	1	0	0%
	2	1	9.1%
	3	2	18.2%
	4	3	27.3%
Muito significativa:	5	5	45.5%



ve envolvido?

30
10
+15
0
4

7- Indique a tipologia dos projetos em BIM em que esteve envolvido

habit, hospitais, etc

Hospitais, Barragens

Edifícios e instalações especiais

Remodelação de ETAR existente, Nova Estação de Metro, Estação Elevatória

Habitação, ETAR e Estações Elevatórias

Habitação e Industria

Todos os tipos de edificios

Reabilitação

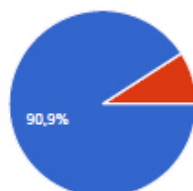
0

infraestruturas e edificios

Secção 3 : Implementação do BIM nas Organizações

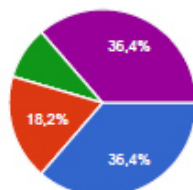
1 - A empresa onde exerce a sua atividade tem o BIM implementado?

Sim	10	90.9%
Não	1	9.1%

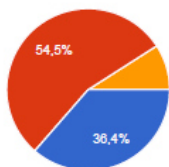


2 - Há quanto tempo a metodologia BIM foi implementada?

0 - 1 ano	4	36.4%
1 - 2 anos	2	18.2%
2 - 3 anos	0	0%
3 - 4 anos	1	9.1%
Mais de 4 anos	4	36.4%



3 - Como classifica o nível de maturidade da Implementação BIM na empresa?



Nível 1 - Metodologia tradicional CAD 2D

Nível 2 - Metodologia BIM 3D, o ambiente colaborativo é estruturado em diferentes especialidades de projeto, modelos parciais (BIM models), com ferramentas que permitem

Nível 3 - Modelo único

4 - Explique como foi o processo de implementação do BIM na sua empresa ou em empresas com quem colaborou, conforme a situação que se aplique.

A minha empresa ainda não está a trabalhar em metodologias BIM. Para já só se encontra a experimentar o Software Autodesk Revit.

Contratação de um formador, criação de equipas de modelação 3D, formação equipas em VICO 4D e muito trabalho de experimentação controlada.

Necessidade de melhorar os processos de engenharia. Implementação de SW de modelação, criação de processos e integração do processo no uso da informação e integração com 4 e 5D

Contratámos empresa de consultoria externa para realizar a implementação BIM. Criámos um Núcleo BIM criada e agora pretende-se fazer a transição da restante equipa de forma progressiva. Consideramos vantajoso ter uma empresa externa para evitar o constante constrangimento de meios para a implementação BIM que a produção exige. Esta empresa (bimTEC) ajudou-nos a definir estratégia e a definir Workflows BIM. A criação de um Núcleo BIM parece-nos ser a estratégia a adoptar pois permite a formação avançada de uma equipa sem prejudicar a produção. Acreditamos que tendo esta equipa com formação adequada, será possível passar esse conhecimento à restante equipa à medida que se forem desenvolvendo outros projectos. A realização de projectos piloto, idealmente em paralelo com a realização do mesmo por outra equipa com meios CAD 2D, é também importante pois só assim se obtém índices que permitam a comparação de performance. A resistência das Administrações à implementação BIM não deve ser subestimada e só é vencida mediante demonstração da maior eficiência do processo BIM face à metodologia tradicional.

Tem sido uma implementação lenta. Houve formação em Revit para alguns colaboradores e a implementação tem sido feita através da aplicação das ferramentas BIM em pequenos projecto-piloto.

A implementação começou pela informação e demonstração à direcção das vantagens do BIM no desenvolvimento de projectos. Depois de aceite, passou-se à criação standards internos, bibliotecas e definição de templates de trabalho. Posteriormente, procedeu-se à escolha de um projecto piloto, com base num pequeno edifício de habitação multi-familiar, ao qual foi estabelecido como objectivo o desenvolvimento e formatação de um processo de licenciamento a ser entregue às respectivas entidades municipais.

Tendo por base a autoaprendizagem e divulgação de boas praticas entre a equipa. Visita a outras empresas.

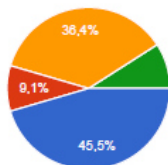
- Dificil implementação. Elevada resistência à mudança - Dificuldades em quantificar os retorno do investimento

Implementação com base na criação de duas equipas de 5P. Modeladores arquitectos e engenheiros de AVAC e Bim leader. 1 ano de formação base no software de modelação archicad, vico e conceitos BIM. Criação de regras de modelação e modelos teste.

Cursos curtos de pequenos grupos que logo de seguida desenvolvem projectos pilotos reais

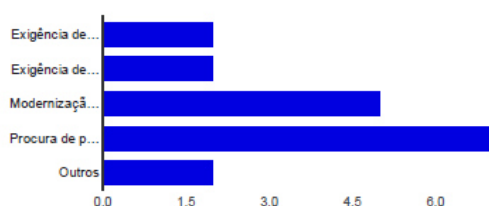
A bimTEC vende serviços de implementação a clientes, entre outros serviços de natureza BIM. Por conseguinte, o seu próprio processo de implementação foi iniciado desde a sua génese e assim tem evoluído. Consideramos que este processo interno é permanente e não tem data de conclusão, devido a uma continuidade de novos vectores de desenvolvimento que vão surgindo e que, consequentemente, nos possibilitam amadurecer e incrementar os serviços vendidos, numa lógica de melhoramento contínuo. Destacaria como aspectos mais relevantes a existência de um consultor que realmente tenha capacidade para incrementar esse tipo de processos e também uma vontade interna de desenvolvimento, apadrinhada desde logo pelas administrações.

5 - Como classifica o nível de utilização da metodologia BIM na empresa?



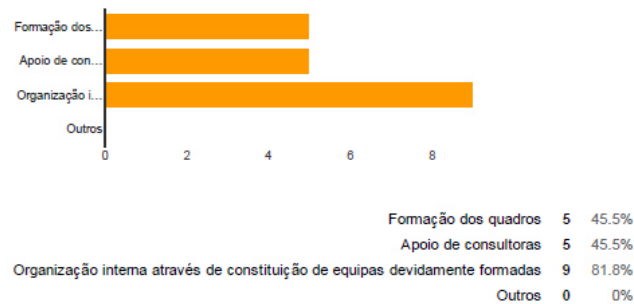
Inicial	5	45,5%
Moderado	1	9,1%
Avançado	4	36,4%
Muito avançado	1	9,1%

6 - O que levou/motivou a empresa a implementar e a utilizar o BIM?

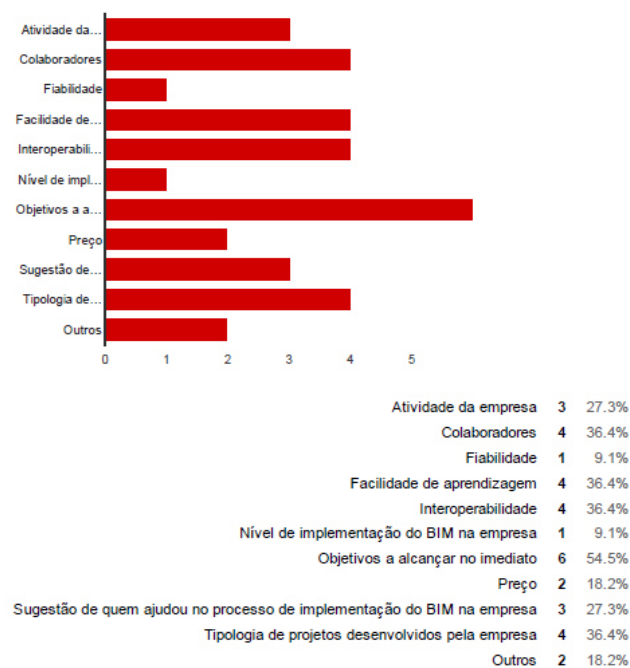


Exigência de Donos de Obra Internacionais	2	18,2%
Exigência de Donos de Obra Nacionais	2	18,2%
Modernização da empresa	5	45,5%
Procura de patamares de desempenho superiores	7	63,6%
Outros	2	18,2%

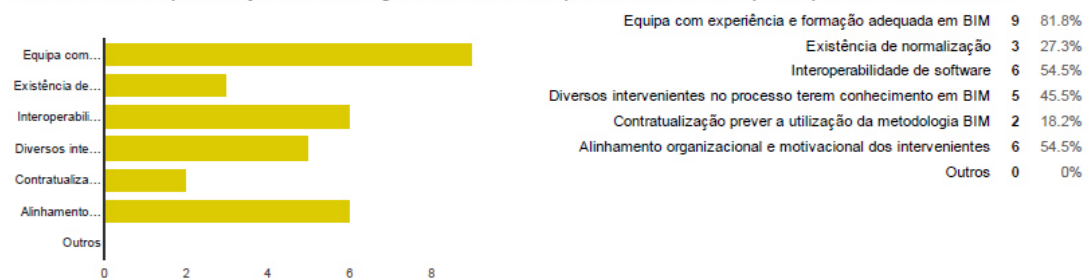
7 - Quais os recursos necessários e estratégias seguidas para a implementação do BIM na organização em que trabalha ou para quem trabalha/trabalhou?



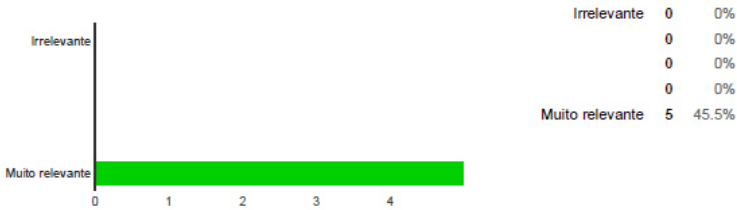
8 - Quais os critérios adotados pela sua empresa ou em empresas com quem colaborou, conforme a situação que se aplique, para a seleção dos Softwares



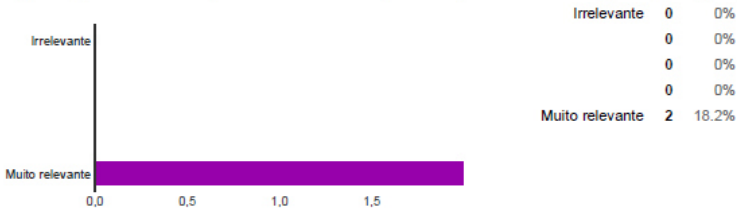
9 - O sucesso da implementação da metodologia BIM é influenciado por vários fatores. Indique os que considera relevantes.



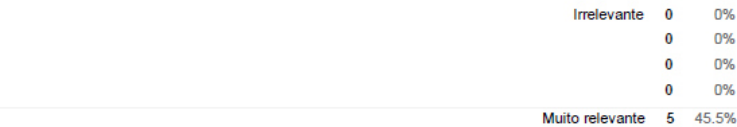
Mapeamento de processos [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



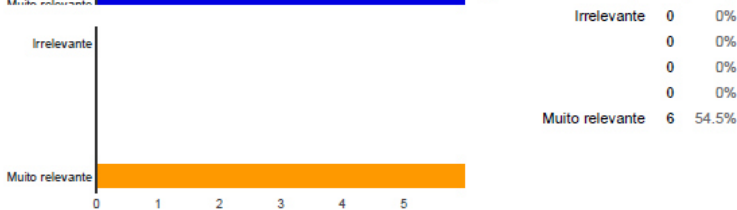
Organização de recursos [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



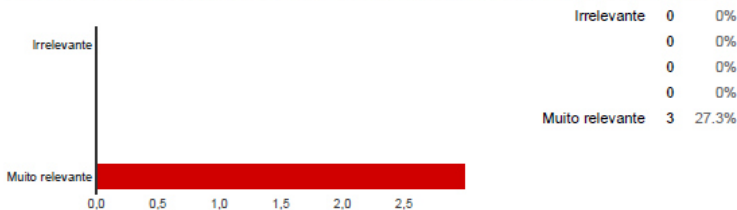
Organização de equipas [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



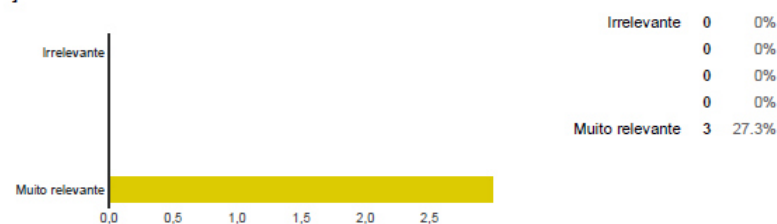
Implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



Aquisição de Softwares [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



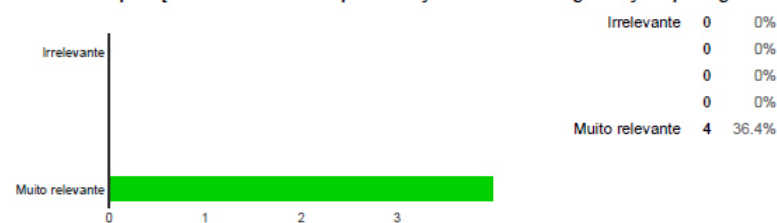
Contratação de consultadoria [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



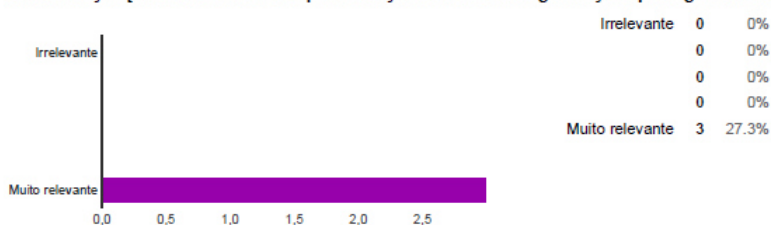
Catálogos eletrónicos [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]

Irrelevante	0	0%
	0	0%
	0	0%
	0	0%
Muito relevante	0	0%

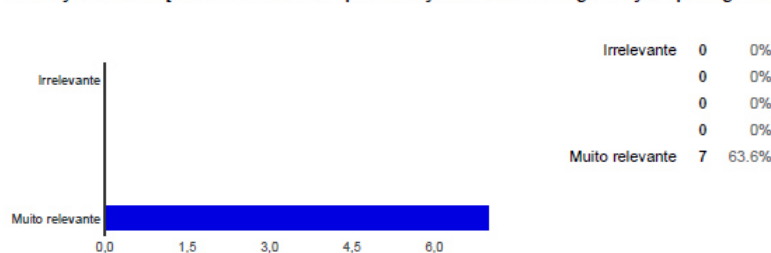
Normas de apoio [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



Normalização [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



Formação em BIM [10 - Atualmente a implementação do BIM nas organizações portuguesas enfrenta várias necessidades.]



Secção 4 : Dificuldades e Barreiras

1 - A implementação da metodologia pode enfrentar diversas barreiras e entraves.



Organização refém de paradigmas antigos e resistência à mudança	10	90.9%
Custos e curva de aprendizagem são demasiado dispendiosos	5	45.5%
Processos de implementação mais demorados que o esperado	2	18.2%
Falta de preparação do mercado para receber a metodologia	8	72.7%
Demasiadas barreiras legais	0	0%
Redução de produtividade nas equipas de trabalho afetadas	4	36.4%
Dificuldade em encontrar parceiros que utilizem o conceito/metodologia	6	54.5%
Problemas de comunicação entre ferramentas	4	36.4%
Outros	0	0%

2 - Entre as várias barreiras existentes, descreva a que considera ter sido a mais expressiva e condicionante no que concerne à implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou.

A resistência à mudança é sem dúvida o maior fator inibidor.

Não existe a cultura BIM nas organizações. As grandes organizações consideram que se pode comprar o serviço em vez de criar essa competência interna.

O SW existente não acompanha as necessidades existentes.

A falta de mapeamento de processos, a falta de normalização e de bibliotecas específicas de MEP (Hidráulica).

Falta de compreensão da administração das empresas em perceberem a necessidade de tempo a despendar para aprendizagem e aplicação de novos conhecimentos, e verem as mais valias que isso lhes pode trazer a longo prazo.

Organização refém de paradigmas antigos e resistência à mudança. Demorou cerca de 1 ano e 6 meses até "convencer" a direcção a implementar o BIM e a experimentar com a execução de um projeto piloto.

Cultura. Mudança paradigma

Custos e curva de aprendizagem são demasiado dispendiosos

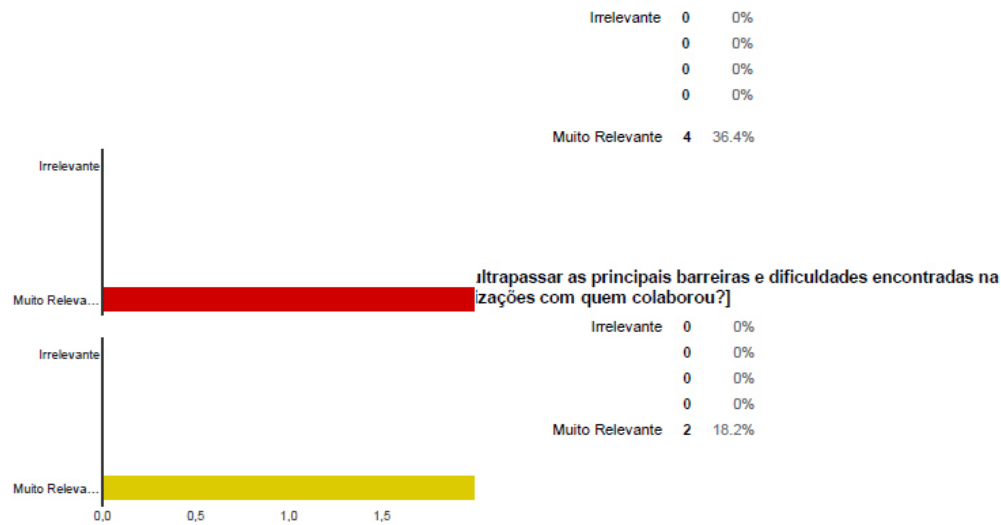
Os custos são sempre um fator mt importante na implementação.

Dificuldades de constituição de equipas multidisciplinares de formandos, face ao desconhecimento das respectivas hierarquias

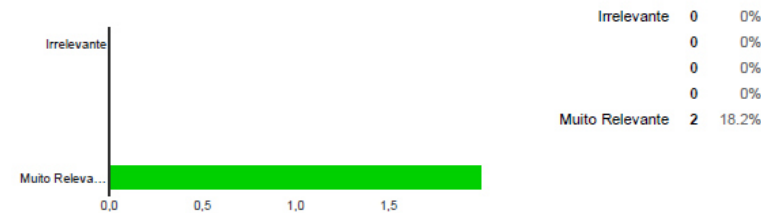
- Em termos de mercado nacional, destacaria o facto de não existir ainda um ambiente na indústria AEC que alavanque os benefícios de uma metodologia BIM. A existência de uma obrigatoriedade (seja por força normativa, seja por exigência técnica do mercado) permitiria um movimento de grande intensidade no sentido de (quase) todos os intervenientes começarem a adoptar o BIM, em maior ou menor grau colaborativo.

Secção 5 : Ultrapassar desafios

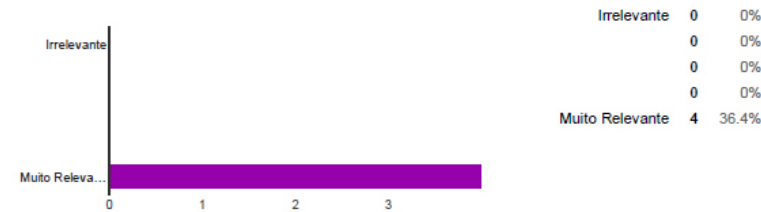
Ação da Administração [1 - Qual a estratégia adotada para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou?]



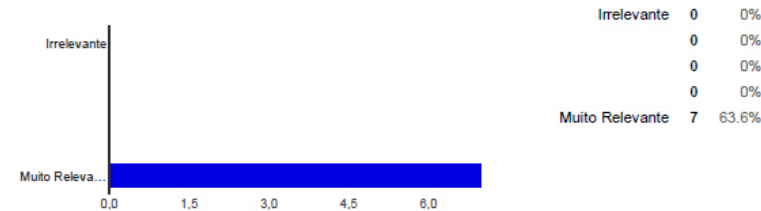
Estratégia top-down [1 - Qual a estratégia adotada para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou?]



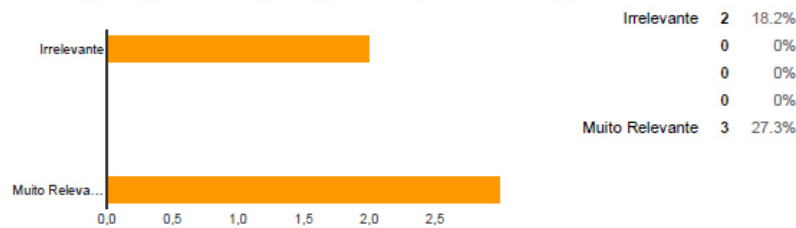
Pequena equipe [1 - Qual a estratégia adotada para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou?]



Projetos piloto [1 - Qual a estratégia adotada para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou?]



Sponser [1 - Qual a estratégia adotada para ultrapassar as principais barreiras e dificuldades encontradas na implementação do BIM na sua organização ou nas organizações com quem colaborou?]



Simulação de Projetos através de replicação para comparação de dados com o método tradicional

Qualidade do trabalho realizado

Normalização, Necessidade do Mercado

Contratação externa 5, formação 5, realização de ações de divulgação interna 3

Recurso a empresa de consultoria para apoio à implementação (visão externa) (4), formação do colaboradores e imediata aplicação dos novos

conhecimentos adquiridos (rentabilização das horas de formação e consolidação da aprendizagem) (5), recursos informáticos adequados (para evitar frustrações) (3)

5 - Demonstração à administração e directores das equipas técnicas das vantagens do BIM. Serão eles que decidirão dar o passo para a implementação do BIM. 4 - Demonstração às equipas técnicas das vantagens práticas do BIM e em como isso lhes facilitará o seu trabalho. Serão eles que irão impulsionar o sucesso da implementação do BIM. 3 - Formação de BIM (metodologia) e de software (prática de projeto) das equipas técnicas.

-

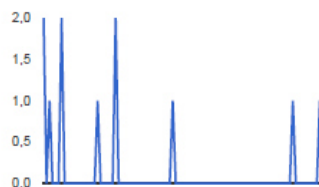
- Projeto Piloto - 5 - Implementação acompanhada com empresa de consultoria especializada em BIM - 5 - Comunicar a todas as partes interessadas - 4

Publicitar casos de sucesso - 3 Demonstrar a exigência de modelos em concursos - 4

Não sei

externamente à empresa: - a criação de uma normativa legal - 5 - a criação de uma certificação BIM associada a essa normativa - 4 - a adopção obrigatória de processos BIM por parte do CCP - 5

Número de respostas diárias



Anexo 3 – Emails enviados



Marta Daniela dos Santos Pereira

ter 26-04, 12:36

Exmos(as) Senhores(as),

No âmbito da minha dissertação de Mestrado na Universidade do Minho, estou a preparar um levantamento e caracterização dos procedimentos de implementação do BIM (Building Information Modeling) nas empresas, em Portugal.

Nesse sentido, venho por este meio solicitar a sua colaboração através do preenchimento de um breve inquérito online, com duração aproximada de 7 minutos, sem a qual não será possível obter resultados significativos dada a focalização da amostra (amostra relativamente reduzida). Todas as respostas serão tratadas de forma confidencial e os resultados analisados de forma agregada não sendo possível relacioná-los com as respetivas fontes.

Link <http://goo.gl/forms/YZnlIHSFll>

Agradecendo desde já a sua participação que é fundamental.

Coloco-me à sua inteira disposição para qualquer esclarecimento que entenda necessário.

Marta Daniela S. Pereira

(pg27785@alunos.uminho.pt)



Marta Daniela dos Santos Pereira

sex 20-05, 09:43

Exmos(as) Senhores(as),

Aos selecionados que ainda não responderam ao Inquérito "Levantamento e caracterização dos procedimentos de implementação do BIM (Building Information Modeling) nas empresas, em Portugal" venho por este meio informar que esta constitui uma das últimas oportunidades para contribuir para este inquérito que não demora mais do que 7 minutos. Alerto para a importância da sua colaboração, sem a qual não será possível obter resultados significativos, para tal basta clicar aqui:

<http://goo.gl/forms/YZnIHsFI>

A todos os que já responderam, o meu sincero agradecimento, queiram por favor não considerar este email.

Aos que têm manifestado interesse e apoio, solicitando o resultado deste Inquérito, enviarei quando concluída a análise dos resultados.

Coloco-me à sua inteira disposição para qualquer esclarecimento que entenda necessário.

Marta Daniela S. Pereira

(pg27785@alunos.uminho.pt)



Marta Daniela dos Santos Pereira

seg 18-07, 12:56

Exmos(as) Senhores(as),

Aos selecionados que ainda não responderam ao Inquérito "Levantamento e caracterização dos procedimentos de implementação do BIM (Building Information Modeling) nas empresas, em Portugal" venho por este meio informar que esta constitui a última oportunidade para contribuir para este inquérito que não demora mais do que 7 minutos. Alerto para a importância da sua colaboração, sem a qual não será possível obter resultados significativos, para tal basta clicar aqui:

<http://goo.gl/forms/YZnlIHSFll>

A todos os que já responderam, o meu sincero agradecimento, queiram por favor não considerar este email.

Aos que têm manifestado interesse e apoio, solicitando o resultado deste Inquérito, enviarei quando concluída a análise dos resultados.

Coloco-me à sua inteira disposição para qualquer esclarecimento que entenda necessário.

Marta Daniela S. Pereira

(pg27785@alunos.uminho.pt)