

MESTRADO
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

O IMPACTO DAS INOVAÇÕES SISTÉMICAS NA INDÚSTRIA
DA ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO
O CASO DE BIM - BUILDING INFORMATION MODELING

JOANA FÉLIX VINAGRE

DEZEMBRO - 2019

MESTRADO EM
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

O IMPACTO DAS INOVAÇÕES SISTÉMICAS NA INDÚSTRIA
DA ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO
O CASO DE BIM - BUILDING INFORMATION MODELING

JOANA FÉLIX VINAGRE

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR VÍTOR CORADO SIMÕES

DEZEMBRO – 2019

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais pela oportunidade que me deram em concretizar este mestrado. Bem hajam pelo apoio e pela paciência ao longo de todo este processo. À minha irmã que, mesmo à distância, sente comigo as conquistas e frustrações pelas quais vou passando. Sem eles, não teria sido possível. Dedico-lhes este trabalho.

Ao meu orientador, Professor Doutor Vítor Corado Simões, do Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG), pelo acompanhamento ao longo de quase um ano de trabalho. A sua ajuda e as suas recomendações foram essenciais para a elaboração desta investigação.

Aos restantes membros da minha família, aos meus amigos e à inoDev agradeço a força e suporte que me deram ao longo destes meses.

Agradeço também aos representantes das empresas que aceitaram participar nesta dissertação. São profissionais inspiradores, foi um privilégio aprender com eles e poder contar com os seus testemunhos neste trabalho.

Resumo

A Arquitetura, a Engenharia e a Construção (AEC) representam uma das indústrias que tem mais peso na atividade económica. Apesar da crise económica de 2008 ter afetado fortemente o setor, a partir de 2014 a situação tem vindo a inverter-se. Atualmente, vive-se um contexto de recuperação e crescimento económico no qual a competitividade exige que as empresas procurem a inovação. Esta indústria é considerada pouco inovadora, no entanto, têm sido desenvolvidas algumas soluções promissoras.

A metodologia BIM (Building Information Modeling) foi introduzida na década de 70 e consiste num conjunto de processos, tecnologias e políticas capaz de gerir os dados de um projeto ao longo do ciclo de vida de um edifício. BIM visa aumentar a produtividade, melhorar o desempenho, antecipar e resolver desafios como o acréscimo de custos, a segurança dos edifícios, os atrasos nas entregas e as divergências entre os vários intervenientes do projeto. A difusão desta inovação exige que os vários atores do projeto colaborem e comuniquem entre si. Como tal, esta metodologia pode ser interpretada como uma inovação sistémica, na medida em que ultrapassa os limites da organização.

O objetivo do presente estudo é compreender como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM e de que forma é que esta metodologia contribui para a inovação da indústria AEC em Portugal.

A investigação foi desenvolvida através de uma metodologia qualitativa com cinco estudo de casos de empresas portuguesas. A evidência empírica comprovou que BIM tem aumentado a produtividade e a qualidade dos projetos. No entanto, verifica-se falta de capacitação e aversão à mudança em vários níveis da organização. BIM contribui para a promoção da inovação na indústria na medida em que promove a colaboração e o trabalho em equipa, proporciona uma linguagem comum, permite otimizar processos e antecipar erros e omissões. Há um maior rigor e controlo em termos de custos e de prazos, o que também se traduz numa melhoria da relação com o cliente. No entanto, Portugal ainda não tem normas próprias para a utilização da metodologia.

Palavras-chave: Building Information Modeling; BIM; Inovação; Inovação sistémica; Gestão da inovação; Arquitetura, Engenharia e Construção; AEC.

Abstract

Architecture, Engineering and Construction (AEC) are one of the most important industries in economic activity. Although the economic crisis of 2008 has strongly affected the sector, from 2014 the situation has been reversing. Today, we live in a context of recovery and growth in which competitiveness requires companies to seek innovation. This industry is considered uninventive, however, some promising solutions have been developed.

The Building Information Modeling (BIM) methodology was introduced in the 1970s and consists in a set of processes, technologies and policies capable of managing project data throughout a building's life cycle. BIM aims to increase productivity, improve performance, anticipate and solve challenges such as cost overruns, building safety, delivery delays and differences between the various project stakeholders. The spread of this innovation requires the various project participants to collaborate and communicate with each other. As such, this methodology can be interpreted as a systemic innovation as it goes beyond the boundaries of the organization.

The purpose of this study is to understand how portuguese companies perceive the implementation of BIM and how this methodology contributes to the innovation of the portuguese AEC industry.

The research was developed through a qualitative methodology with five case studies of portuguese companies. Empirical evidence has proven that BIM has increased the productivity and quality of projects. However, there is a lack of training and hostility to change at various levels of the organization. BIM contributes to promoting innovation in the industry by promoting collaboration and teamwork, providing a common language, streamlining processes and anticipating errors and omissions. There is greater rigor and control in terms of costs and deadlines, which also translates into improved customer relationships. However, Portugal does not yet have its own standards for the use of the methodology.

Keywords: Building Information Modeling; BIM; Innovation; Systemic innovation; Innovation management; Architecture, Engineering and Construction; AEC.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de figuras e tabelas	v
Símbolos, acrónimos e abreviaturas	vi
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	3
2.1. <i>Do conceito de inovação à inovação sistémica</i>	3
2.1.1. <i>Conceito e tipologias de inovação</i>	3
2.1.2. <i>Inovação sistémica</i>	7
2.2. <i>O setor da Arquitetura, Engenharia e Construção</i>	10
2.3. <i>BIM</i>	12
2.3.1. <i>Definição e estado de implementação</i>	12
2.3.2. <i>BIM em Portugal</i>	16
2.4. <i>BIM como inovação sistémica</i>	17
3. Questões de investigação	19
4. Metodologia	20
4.1. <i>Estudo de casos</i>	20
4.2. <i>Seleção dos casos</i>	21
4.3. <i>Técnicas de recolha da informação</i>	22
5. Análise dos casos	23
5.1. <i>Como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM?</i> 23	
5.2. <i>Como é que BIM contribui para a promoção da inovação na indústria da Construção em Portugal?</i>	29
6. Discussão	31
7. Conclusões	33
7.1. <i>Resultados</i>	33
7.2. <i>Limitações e propostas de investigação futura</i>	34
Referências bibliográficas	36
Anexos.....	42
A1- <i>Imagens sobre BIM</i>	42

<i>A2 - Guião da entrevista</i>	44
<i>A3 - Tabela 1 - Definição dos parâmetros de estudo</i>	45
<i>A4 - Tabela 2 - Protocolo</i>	45
<i>A5 - Tabela 3 - Garantia da validade da informação</i>	46
<i>A6 - Tabela 4 - Dados sobre as entrevistas</i>	46
<i>A7 - Tabela 5 - Dados das empresas em análise</i>	47
<i>A8 - Tabela 6 - Resumo da Questão de Investigação 1</i>	48

Lista de figuras e tabelas

Figura 1 – Framework de Abernathy e Clark.....	4
Figura 2 – Framework de Henderson e Clark.....	6
Figura 3 – BIM: do 3D ao 7D.....	14
Figura 4 – Modelo de inovação sistémica de BIM.....	17
Figura 5 – As 6 fases do Revit.....	26
Tabela 1 – Definição dos parâmetros de estudo.....	45
Tabela 2 – Protocolo.....	45
Tabela 3 – Garantia da validade da informação.....	46
Tabela 4 – Dados sobre as entrevistas.....	46
Tabela 5 – Dados das empresas em análise.....	47
Tabela 6 – Resumo da Questão de Investigação 1.....	48

Símbolos, acrónimos e abreviaturas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BDS – Building Description System

BIM – Building Information Modeling ou Building Information Model

CAD – Computer Aided Design – Desenho Assistido por Computador

CEN – Comité Europeu de Normalização

CT197 – Comissão Técnica 197

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais.

FEPICOP - Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

OCDE – Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico

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

PEB – Plano de Execução BIM

PME – Pequenas e Médias Empresas

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

VAB – Valor Acrescentado Bruto

1. Introdução

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, doravante designada por AEC, tem um papel essencial no crescimento da economia. No entanto, a crise de 2008 provocou fortes reduções no investimento que prejudicaram a situação financeira do tecido empresarial (Deloitte, 2018). Em 2014, assinalou-se um ponto de viragem que inverteu esta situação. O aumento das vendas, principalmente de imóveis usados, está a refletir o aumento dos preços. A elevada procura requer a construção de novas habitações assim como a reabilitação dos edifícios existentes.

Sendo o setor AEC uma das atividades mais relevantes, é essencial focar as atenções no cenário de competitividade a que se assiste e pensar na redução de custos e prazos e na crescente exigência requerida (Venâncio, 2015). Desta forma, as organizações são obrigadas a inovar para assegurarem a sua posição no mercado.

Comparativamente com outros setores globais, a evolução tecnológica do setor AEC tem vindo a ser mais lenta em termos de adaptação às novas tecnologias (World Economic Forum, 2016). No entanto, têm sido criadas diversas tecnologias para a melhoria da sua eficiência e eficácia. Neste contexto, na década de 70, o Professor Charles M. Eastman introduziu o BIM – *Building Information Modeling* ou *Building Information Model*, doravante designado por BIM.

BIM é um conjunto de tecnologias, políticas e processos que geram uma metodologia que proporciona a gestão dos dados ao longo do ciclo de vida de um edifício (Succar, 2008). Esta metodologia tem o potencial de reunir várias organizações que trabalham de forma colaborativa e coordenada (Murguía, Demian e Soetanto, 2017).

Em países como o Canadá, os EUA, UK, Noruega, Brasil, China, Austrália, Coreia do Sul, França e Alemanha o BIM é já bastante utilizado, principalmente para projetos públicos (Audier, Lahet, Laubier, Guenot e Wunder, 2017). Em Portugal, as avaliações do estado de implementação de BIM provaram que é uma metodologia pouco utilizada e que tem ainda muito pouca expressão (Carvalho, 2016).

Este estudo pretende investigar como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM e de que forma é que esta metodologia contribui para a inovação da indústria AEC no nosso país.

Para dar resposta a estas questões, foi feito um estudo de cinco casos de empresas portuguesas das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção e desenvolvida uma análise qualitativa dos resultados. Assim, espera-se fornecer um contributo teórico e empírico para a literatura existente, na medida em que, pela primeira vez se vão estudar estas questões no cenário nacional.

A dissertação está dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo é constituído pela presente introdução e inclui as informações relativas ao tema, bem como os tópicos centrais de investigação. O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura relevante para o estudo e apresenta conceitos de inovação, enquadra o setor da Arquitetura, da Engenharia e da Construção neste âmbito, apresenta o conceito de BIM e esta metodologia enquanto inovação sistémica. No terceiro capítulo, são apresentadas as questões de investigação. O capítulo seguinte é dedicado à metodologia e justifica a razão da utilização de estudo de casos, como foi feita a sua seleção e que técnicas de recolha de informação foram usadas. O quinto capítulo procura responder às questões de investigação colocadas, segundo os casos analisados. O sexto e último capítulos apresentam a discussão dos resultados (face à literatura) e as principais conclusões, limitações e propostas de investigação futura.

2. Revisão da literatura

Este capítulo proporciona ao leitor um enquadramento da presente dissertação, apresentando e caracterizando, primeiramente, os conceitos de inovação e de inovação sistêmica. De seguida, é apresentado o enquadramento da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção e das suas características em termos de inovação. Por fim, é definido o conceito de BIM e é apresentada a metodologia BIM enquanto inovação sistêmica.

2.1. Do conceito de inovação à inovação sistêmica

2.1.1. Conceito e tipologias de inovação

A inovação é um fenómeno “tão antigo como a própria humanidade” (Fagerberg, 2003: 1). A tendência de pensar em novas e melhores formas de fazer as coisas, testando-as na prática está inerente ao Homem desde os seus primórdios (Fagerberg, 2003). No entanto, é importante distinguir inovação de invenção. Uma “invenção é a primeira ocorrência de uma ideia para um novo produto ou processo, enquanto que a inovação é a primeira tentativa de realizá-lo na prática” (Fagerberg, 2003: 3). A inovação exige implementação, requer a colocação e disponibilização do seu uso por outras partes, empresas ou indivíduos (OCDE, 2018).

O conceito de inovação, de acordo com a OCDE (2018: 20), é definido como “um produto ou processo novo ou melhorado (ou a combinação de ambos) que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade e que foi disponibilizado a possíveis utilizadores (do produto) ou posto em utilização pela unidade (processo)”. O termo “unidade” corresponde ao ator responsável pelas inovações que pode ser uma unidade institucional, grupos de pessoas ou indivíduos.

No Manual de Oslo de 2005, a definição de inovação enumerava quatro tipos de inovações: produto, processo, organização e marketing (OCDE, 2005). Na edição de 2018, este conceito foi simplificado e foram distinguidos apenas dois: inovação no produto e inovação no processo de negócio. Inovação no produto é “um bem ou serviço novo ou melhorado que difere significativamente dos produtos ou serviços anteriores da empresa e que foi introduzido no mercado” (OCDE, 2018: 21). Inovação no processo de negócio “é um processo de negócio novo ou melhorado para uma ou mais funções de

negócios que difere significativamente dos processos de negócios anteriores da empresa e que foi colocado em uso...” (OCDE, 2018: 21).

A noção de que existem diferentes tipos de inovação, com diferentes efeitos competitivos, tem sido um tema importante na literatura (Henderson e Clark, 1990). Ao longo do tempo, diversos autores têm apresentado teorias dicotômicas. Nesta dissertação serão abordadas as propostas de Abernathy e Clark (1985) e Henderson e Clark (1990) por se tratarem de autores conceituados neste âmbito e por serem perspectivas alternativas, mas igualmente fundamentadas.

Abernathy e Clark (1985) sugeriram que as categorias da inovação podem ser distinguidas através da intersecção da escala de transiliência de mercado e consumidores (eixo vertical), isto é, a “capacidade de uma inovação para alterar (desde melhorar até destruir) os sistemas de produção e comercialização existentes” (Abernathy e Clark, 1985: 3), com a escala de transiliência de tecnologia e processo de produção (eixo horizontal) – Figura 1. As categorias de inovação que advêm deste modelo são: nicho de mercado, regular, revolucionária e arquitetural.



Figura 1 – Framework de Abernathy e Clark

Fonte: Traduzido de Abernathy e Clark, 1985

Esta distinção está associada aos padrões de desenvolvimento da indústria, representa fases do desenvolvimento inovativo e ambientes de gestão distintos (Abernathy e Clark, 1985). A categoria nicho de mercado utiliza a tecnologia e processos

de produção existentes para abrir novas oportunidades de mercado (Abernathy e Clark, 1985). Geralmente, surge com introduções significativas de novos produtos, técnicas que são aperfeiçoadas ou mudanças tecnológicas (Abernathy e Clark, 1985). Essas mudanças baseiam-se na competência técnica existente e melhoram a sua aplicabilidade nos segmentos de mercado emergentes (Abernathy e Clark, 1985).

A inovação regular “engloba mudanças que se baseiam nas competências tecnológicas e processo de produção instituídas e é aplicada a mercados e clientes existentes”, geralmente, durante um período significativo de tempo (Abernathy e Clark, 1985: 12). Embora as mudanças impostas por uma dada inovação regular possam não ser significativas, se forem sistemáticas podem transformar o negócio, revelando-se vantagens competitivas (Abernathy e Clark, 1985).

A terceira categoria definida por Abernathy e Clark (1985) é a inovação revolucionária. Esta tipologia de inovação provoca um efeito de disrupção e transforma as competências técnicas e os processos de produção, mas é aplicada a mercados e clientes existentes (Abernathy e Clark, 1985). Nem todas as inovações desta tipologia têm um impacto significativo, “uma inovação com características tão próprias só terá grande impacto na concorrência e na evolução da indústria quando vinculada às necessidades do mercado” (Abernathy e Clark, 1985: 6).

A inovação arquitetural advém de uma nova tecnologia capaz de alterar os processos de produção, criando novas relações entre mercados e consumidores (Abernathy e Clark, 1985). O produto em si e o processo são básicos, mas as técnicas de produção e o marketing aplicado destacam-se (Abernathy e Clark, 1985). Assim, esta categoria acaba por estabelecer a arquitetura da indústria, podendo estar na base da criação de novos setores ou reformular uma indústria existente (Abernathy e Clark, 1985).

Em suma, o mapa de transiliência, para além de categorizar as mudanças técnicas da inovação, “fornece uma estrutura dentro da qual se pode analisar as relações entre inovação, concorrência e evolução das indústrias, bem como desenvolver uma visão sobre as estratégias de competidores específicos” (Abernathy e Clark, 1985: 13).

Em 1990, Henderson e Clark apresentaram a classificação das inovações numa matriz com duas dimensões: a dimensão horizontal que se refere aos principais conceitos da inovação (que podem ser reforçados ou substituídos) e a dimensão vertical que analisa ligações entre os principais conceitos e os componentes (quando não se alteram ou quando se alteram) – Figura 2. Assim, distinguiram inovação incremental, inovação modular, inovação radical e inovação arquitetural. Esta distinção foi feita na tentativa de melhorar a categorização tradicional da inovação (incremental ou radical) que foi considerada incompleta e potencialmente falaciosa pelos autores, visto não incluir os efeitos da inovação na indústria (Henderson e Clark, 1990).



Figura 2 - Framework de Henderson e Clark.

Traduzido de Henderson e Clark, 1990

A inovação incremental é uma tipologia de inovação caracterizada por introduzir mudanças relativamente pequenas no produto (Nelson e Winter, 1982). Embora não se baseie em nenhuma ciência nova, muitas vezes exige determinadas competências e, ao longo do tempo, tem consequências económicas significativas (Hollander, 1965).

A inovação modular consiste numa substituição do conceito do produto ou processo, sem alterar a sua arquitetura (Henderson e Clark, 1990). Como a substituição de telefones analógicos por digitais, uma vez que, bastou trocar o tipo de dispositivo de discagem (Henderson e Clark, 1990).

A inovação radical cria um novo design dominante e, portanto, dá origem a um novo conjunto de conceitos centrais de design, incorporados em componentes que estão

interligados numa nova arquitetura (Taylor e Levitt, 2004). Esta tipologia de inovação baseia-se, muitas vezes, abre novos mercados e aplicabilidades (Dewar e Dutton, 1986).

Na inovação arquitetural os conceitos principais mantêm-se, mas o modo como estão interligados muda (Lytras, Damiani e Pablos, 2008). Esta tipologia de inovação requer que as empresas modifiquem os seus processos (Taylor e Levitt, 2004). As inovações arquiteturais destroem o conhecimento que está incorporado nos procedimentos e no processamento de informações, o que torna a sua destruição difícil de aceitar e de retificar (Henderson e Clark, 1990). A introdução de novas ligações é difícil de detetar e, numa fase inicial pode, equivocadamente, ser implementada nas estruturas existentes (Henderson e Clark, 1990). Após o reconhecimento da inovação arquitetural, surge a necessidade de construir e aplicar novos conhecimentos, o que requer mais tempo e recursos (Henderson e Clark, 1990). Uma vez que, a inovação arquitetural obriga a um conjunto de interações novas que implicam novos conhecimentos e formas de atuar, as organizações existentes podem cair no erro de encarar como uma inovação incremental e subestimar o seu impacto (Henderson e Clark, 1990). Reconhecendo que as organizações são limitadas em termos de recursos, os autores entendem que esta tipologia de inovação proporciona a tendência para equipas multifuncionais e ambientes organizacionais mais abertos (Henderson e Clark, 1990).

O framework criado por Henderson e Clark (1990) dá especial relevância ao modo como as empresas implementam inovações. No entanto, tendo em conta o impacto que a inovação arquitetural pode ter na indústria em que se insere, torna-se relevante abordar este tema em termos interorganizacionais. Quando falamos em inovações que ultrapassam as fronteiras da empresa é necessário introduzir o conceito de inovação sistémica, sobre o qual irá incidir o próximo tópico.

2.1.2. Inovação sistémica

Para criar uma inovação, é necessário combinar vários tipos de conhecimentos, capacidades, habilidades e recursos diferentes (Fagerberg, 2003). O conhecimento necessário para gerar novas tecnologias, produtos ou serviços não pode ser dado como garantido dentro de uma única organização (Normann, 2001). As inovações não são exclusivas de determinado setor, empresa ou indivíduo (OCDE, 2018). O processo de inovação depende das interações entre os diversos atores e dos testes de mercado, estes

determinam os produtos que devem ser desenvolvidos, influenciando assim a atividade económica (Nelson e Winter, 1982). Os impactos económicos e sociais das inovações dependem da sua difusão e da incorporação com inovações relacionadas (OCDE, 2018).

A difusão da inovação pode definir-se como “o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de determinados canais ao longo do tempo entre os membros de um sistema social” (Rogers, 1962: 5). Por este motivo, a difusão requer uma comunicação focada na inovação (Rogers, 1962). Tratando-se de algo que é novo, implica sempre um certo grau de incerteza (Rogers, 1962) e pode ser acelerado através de relações colaborativas.

Quando há uma interação de vários atores inseridos num sistema social através de tecnologias, instituições e infraestruturas com o objetivo de difundir uma determinada tecnologia, falamos de uma inovação sistémica (Bröring, 2008). No entanto, o termo “inovação sistémica” pode ter vários significados. Por um lado, pode ser um tipo de inovação cujo valor só é obtido quando esta é integrada com inovações complementares, ultrapassando os limites da organização (Midgley e Lindhult, 2017). Este termo pode também referir-se ao desenvolvimento de políticas que criam um ambiente propício a inovações que envolvem várias empresas, criando sinergias (Midgley e Lindhult, 2017). O termo “inovação sistémica” também pode ser aplicado quando o propósito é “mudar a natureza fundamental da sociedade”, por exemplo, quando se trata de grandes transições relativas à sustentabilidade ecológica (Midgley e Lindhult, 2017). A “inovação sistémica” pode também dizer respeito ao “modo como as pessoas se envolvem num processo de apoio ao pensamento sistémico” para concretizar uma inovação (Midgley e Lindhult, 2017: 1). Ainda assim, o uso mais comum do termo é aplicado quando um sistema de inovação ultrapassa os limites da organização e várias inovações precisam de ser coordenadas (Midgley e Lindhult, 2017).

Segundo Midgley e Lindhult (2017: 19), a inovação sistémica “...surge de um processo que suporta as empresas inovadoras e os seus stakeholders na utilização de conceitos que alteram o seu pensamento, os seus relacionamentos, as suas interações e ações, por forma a gerar novos valores.”

No entanto, é necessário ter em consideração que existem desafios associados a esta tipologia de inovação. Uma inovação sistémica pode ter uma rápida ou lenta difusão

e consequente implementação por diversos motivos. Numa tentativa de agregar os principais desafios das inovações sistémicas, foram identificados os fatores que se seguem.

O contexto no qual uma inovação é implementada está diretamente relacionado com a sua taxa de adoção (Murguía *et al.*, 2017). Neste sentido, o modelo de *governance* contribui, em grande medida, para a velocidade de adoção de determinada inovação (Murguía *et al.*, 2017). Uma gestão de topo alinhada com a inovação é um indício de sucesso.

Grande parte dos problemas das inovações sistémicas estão relacionados com a cadeia de abastecimento, uma vez que, quanto mais sistémica for a inovação, mais centralizada deve ser a gestão da cadeia (Bröring, 2008). Isto nem sempre é possível, uma vez que, em negócios de projetos, os parceiros mudam constantemente e é difícil manter relações de longo prazo que permitam melhorar a comunicação entre os diferentes atores (Murguía *et al.*, 2017).

As inovações sistémicas podem criar novos papéis, mas também reduzir ou eliminar outros (Taylor e Levitt, 2004). A perceção de mudança por parte dos colaboradores relativamente a esta temática nem sempre é bem aceite, o que acaba por se revelar uma barreira à difusão da inovação.

Normalmente, a longo prazo, as inovações sistémicas permitem aumentos gerais de produtividade (Taylor e Levitt, 2004). No entanto, os custos de mudança ou de adoção podem ser elevados (Taylor e Levitt, 2004). Muitas vezes, a falta de incentivos limita a participação da organização e o seu processo de integração na inovação sistémica (Murguía *et al.*, 2017).

Uma inovação sistémica requer que as partes interessadas cooperem. No entanto, quando os diferentes atores têm visões divergentes, gera-se um conflito (Midgley e Lindhult, 2017). Apesar de muitas vezes o conflito ser considerado um recurso para a inovação, só o é quando for resolvido de forma produtiva (Andrade, Plowman e Duchon, 2008), para tal, é necessário reunir esforços e encontrar os interesses comuns (Midgley e Lindhult, 2017). Neste contexto, o pensamento sistémico é essencial para transformar um conflito numa sinergia (Midgley e Lindhult, 2017).

As inovações sistémicas requerem conhecimentos complementares e colaborações interorganizacionais para se desenvolverem. Para analisar o impacto de inovações sistémicas em determinada indústria, todos os intervenientes devem ser incluídos. Neste caso, pretende-se analisar o impacto das inovações sistémicas na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

2.2. O setor da Arquitetura, Engenharia e Construção

A Construção tem um papel fundamental no crescimento da economia mundial, principalmente pelo peso que representa na atividade económica, no investimento e no emprego (Deloitte, 2018). No entanto, o setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é altamente sensível à conjuntura económica. A última grande crise de 2008 teve efeitos sobretudo neste setor e resultou em fortes reduções do investimento, prejudicando a situação financeira do tecido empresarial (Deloitte, 2018). Em 2014, assistiu-se a um ponto de viragem.

Em 2016, o volume de negócios global representados pelo setor da AEC foi de 541 M€ (Deloitte, 2018). Em Portugal, no mesmo período, o volume de negócios foi superior a €13,5 mil milhões (Deloitte, 2018). A criação de riqueza das atividades económicas do setor AEC em Portugal, atingiu 10% do VAB, o que resultou em cerca de €8,7 mil milhões (Deloitte, 2018).

No primeiro semestre de 2019, em Portugal, o nível das vendas recuperou para o patamar anterior à crise internacional de 2008 (FEPICOP, 2019). Desde o início do ano, foram transacionados 12,2 mil milhões de euros, o que se traduz num crescimento de 5% face ao período homólogo (FEPICOP, 2019). O aumento das vendas está a refletir o aumento dos preços. A procura é elevada e exige construção e reabilitação dos edifícios existentes.

Sendo este setor considerado uma das bases da economia nacional, é fundamental focar as atenções no panorama competitivo a que se assiste. Como tal, torna-se necessário pensar em redução de custos e prazos e na crescente exigência por parte dos donos de obra (Venâncio, 2015). Esta conjuntura leva a que a inovação se torne necessária.

Esta atividade depende de um processo de interação de capacidades e conhecimentos complementares para concretizar um objetivo comum (Poirier, Forgues

e Staub-French, 2016). No entanto, a complexidade, a natureza multifacetada dos projetos de construção (Poirier *et al.*, 2016), a autonomia dos diferentes atores (Benkler, 2011) e os aspetos técnicos (Poirier *et al.*, 2016) dão origem a uma estrutura fragmentada e a colaborações baseadas em projetos que representam um desafio para a difusão da inovação (Taylor e Levitt, 2004). Tal, deve-se ao facto de a indústria AEC ter “um mundo social separado, com uma lógica e linguagem próprias, diferentes atores, interesses e regulamentação” (Lutzenhiser e Biggart, 2003: 47).

Geralmente, os processos são caracterizados pelo desperdício e as práticas são litigiosas e antagónicas (Poirier *et al.*, 2016). A incapacidade de comunicar informação atualizada entre os vários atores do projeto acaba por afetar a força das relações que estabelecem (Emmitt e Gorse, 2007). Por isso, trata-se de uma indústria na qual é importante difundir a inovação através de inovações sistémicas, visando um benefício comum capaz de superar a fragmentação e falta de colaboração identificada.

A difusão da inovação no setor AEC incide essencialmente na “necessidade da inovação”, isto é, a inovação é impulsionada pelos clientes (Rose e Manley, 2012). Neste caso, o objetivo é melhorar a eficiência ou acompanhar o aumento da complexidade do negócio (Singh, 2014). A difusão da tecnologia na AEC pode ser explicada através de fatores sociológicos e tecnológicos entre indivíduos que aceitam ou rejeitam uma tecnologia, empresas que definem os moldes da utilização da tecnologia e pelas organizações que são influenciadas pelo *driver* do setor.

Os intervenientes que têm graus de liberdade mais elevados têm menor pressão para a responsabilidade social e ambiental (Singh, 2014). Por outro lado, os trabalhadores semiqualeificados têm opção de procurar empregos que vão ao encontro das suas competências técnicas e, por esse motivo, não se sentem obrigados a adotar as inovações necessárias para evoluírem (Singh, 2014). A rede de difusão de inovação na AEC tem uma estrutura em camadas definida pelos graus de liberdade das empresas e pelos graus de liberdade dos colaboradores (Singh, 2014). Como consequência, verifica-se uma resistência à adoção de inovações no setor da Construção quer em termos organizacionais, quer ao nível individual (Singh, 2014).

A secção seguinte irá abordar uma inovação sistémica que está a ser difundida no setor AEC - a metodologia BIM.

2.3. BIM

2.3.1. Definição e estado de implementação

O conceito de BIM não tem uma definição consensual. Segundo Succar (2008), BIM é um conjunto de tecnologias, políticas e processos que geram uma metodologia capaz de gerir os dados de um projeto ao longo do ciclo de vida de um edifício. A metodologia BIM apresenta todos os objetos físicos de um determinado ativo, juntamente com as suas características físicas, técnicas e comerciais (Audier *et al.*, 2017).

O objetivo é aumentar a produtividade e melhorar o desempenho (Thomson, 2016; Liao, Teo e Low, 2017). A metodologia BIM tem a capacidade de resolver problemas como o acréscimo de custos, a segurança dos edifícios, os atrasos nas entregas e as divergências entre os vários atores do projeto (Azhar, Khalfan e Maqsood, 2015).

Contextualização histórica

A evolução das tecnologias de informação e o aparecimento dos computadores impulsionaram o desenvolvimento de ferramentas de apoio à indústria AEC (Carreiró, 2017) como o CAD – Computer-Aided Design e os softwares de cálculo estrutural. Com a crescente complexidade da atividade, surge o aparecimento de softwares e metodologias focadas nas relações entre os diversos atores visando a eficiência e a viabilidade económica (Jiang, 2011).

Em 1963, Ivan Sutherland criou o primeiro programa de desenho auxiliado por computador (CAD), o Sketchpad (Venâncio, 2015). Através deste programa, passou a ser possível desenhar diretamente num monitor de computador com uma caneta de luz e um conjunto de botões (Issitt, 2019) que controlava ações como “apagar” ou “mover” os objetos.

Na década de 70 do século anterior, surgem as primeiras teorias sobre modelação de dados de produtos de construção quando Charles Eastman propôs o BDS - Building Description System. Este software consistia num banco de dados que continha uma biblioteca de elementos gráficos em 3D e era pesquisável por material, custo, fornecedor ou subempreiteiro (Issitt, 2019).

Em 1984, na Hungria, a Graphisoft criou o Radar que era baseado numa tecnologia idêntica ao BDS (Simões, 2013). A denominação do Radar foi alterada para ArchiCAD e utilizou muitos elementos do sistema BDS de Eastman. Este foi o primeiro software BIM e foi considerado um grande avanço técnico (Issitt, 2019), no entanto, o contexto socioeconómico da Hungria e as limitações dos computadores pessoais inibiram o sucesso do software, pelo que, não teve uma imediata expressão no mercado (Simões, 2013).

Segundo Issitt (2019), nos anos 90, com a disseminação do computador pessoal, foram desenvolvidos novos programas BIM. Os avanços no armazenamento de dados e na complexidade do processamento permitiram incorporar sistemas de gestão de dados mais pormenorizados, tornando o BIM mais comercial (Issitt, 2019). Nesta década foi criado o Revit, por Irwin Jungreis e David Conant, baseado na programação orientada para objetos. Este software foi comprado pela Autodesk em 2002 e, através da sua promoção, revolucionou o mundo da modelação digital 3D (Simões, 2013). A evolução do software estendeu-se mais tarde ao 4D, 5D, 6D e 7D.

Características

A metodologia BIM permite facilitar a colaboração entre os diferentes atores do processo através de modelos 3D que passam da fase de planeamento ao design (Goedert e Meadati, 2008). Os modelos 4D são modelos 3D associados a um cronograma e usados para identificação de conflitos espaciais e análise de interferências (Arayici, Egbu e Coates, 2012). O modelo 5D integra um desenho 3D com estimativas de custo e tempo e pode auxiliar na aceleração do processo do projeto assim como, garantir que o orçamento do cliente não é excedido (Boon e Prigg, 2012; RICS, 2014). O modelo 6D inclui questões de sustentabilidade orientadas para os edifícios existentes como o conforto térmico, a emissão de carbono e os resíduos (Backes, Thomson, Malki-Epshtein e Boehm, 2014). O modelo 7D permite o controlo dos dados relevantes sobre os ativos (estado dos componentes, especificações, manuais de operação, etc.) e possibilita a gestão de contratos e fornecedores, facilitando todo o ciclo de vida da construção.

Nos softwares BIM, os objetos 3D não são apenas representações unitárias de objetos, são personalizáveis e é possível importá-los através de plataformas na internet.

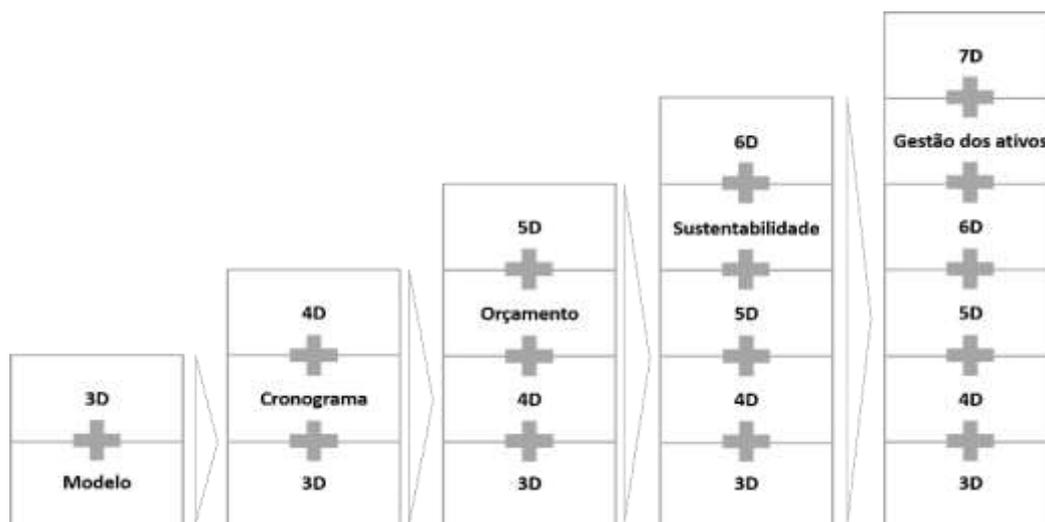


Figura 3 – BIM: do 3D ao 7D

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/BIM-dimensions_fig2_283578494
[Acedido em: dezembro, 2018]

Como consequência, os fabricantes de componentes começaram a fornecer aos projetistas objetos digitais que representam os seus componentes reais na produção (Hamida, Tolba e Antably, 2018). Esses objetos de construção ajudam os designers a selecionar o componente mais apropriado, simplificam a aquisição dos produtos, e melhoraram o fluxo de trabalho entre o design e produção (Hamida *et. al*, 2018) – Anexo A1.

O funcionamento da metodologia é de tal forma diferenciador que cria a necessidade de introduzir novos papéis dentro da organização. Apesar do trabalho que tem sido desenvolvido pelos especialistas, os cargos criados por BIM assim como as suas funções não são consensuais (Uhm, Lee e Jeon, 2017).

O cargo de BIM Manager é um dos papéis mais importantes na metodologia BIM. Geralmente, está associado a funções relacionadas com o projeto, mas também a funções organizacionais (Davies, Wilkinson e McMeel, 2017). Em termos operacionais, tem a seu cargo o desenvolvimento e entrega do plano de execução (Davies *et al.*, 2017) e a instituição dos protocolos necessários (Jacobsson e Merschbrock, 2018). Assegura também a qualidade do projeto, supervisiona os intervenientes e os resultados (Davies, *et al.*, 2017). Uma função importante deste cargo é a organização do processo colaborativo, o que inclui reuniões de projeto e a gestão dos registos no âmbito da metodologia (Davies *et al.*, 2017). Ao nível organizacional, é o responsável pela formação e por eventuais questões de hardware e software (Davies *et al.*, 2017).

O BIM Coordinator é liderado pelo BIM Manager (Davies *et al.*, 2017) e tem como principais responsabilidades: detecção de conflitos, identificação e apresentação de soluções; gestão dos fluxos de comunicação e informação; monitorização do projeto e coordenação de mudanças ao longo do processo de construção; apoio em novos procedimentos; desenvolvimento técnico (Jacobsson e Merschbrock, 2018) e controlo da qualidade do modelo. Este cargo engloba a gestão de uma ou mais disciplinas dentro do projeto, assim como a garantia que os modelos criados na equipa cumprem os padrões e os protocolos previamente acordados (Davies *et al.*, 2017).

O BIM Modeler é responsável pela produção no desenvolvimento do modelo BIM (Davies *et al.*, 2017). BIM Modeler inclui o autor do modelo, o operador BIM, o utilizador BIM ou o técnico BIM (Davies *et al.*, 2017). O autor do modelo cria e responsabiliza-se pelo modelo e está geralmente associado a questões do projeto como a qualidade e entrega das informações, mas também a conselhos sobre questões organizacionais como o software e relacionamentos com fornecedores de software (BCA, 2013).

Um dos desafios atuais do BIM é colocá-lo num nível interorganizacional que permita alianças temporárias em projetos de construção (Murguía *et al.*, 2017) e a difusão da própria metodologia (Succar e Kassem, 2015). Neste sentido, a colaboração é essencial para que o potencial do BIM seja reconhecido. Os diversos atores têm de estar em sintonia e esse processo de trabalho colaborativo pode incluir parcerias, mas também redes informais (Augenbroe, 2009; Eadie, Odeyinka, Brown, Mckeown e Yohanis, 2013).

Estado de implementação

Desde 2008 que o uso de BIM em projetos públicos é obrigatório nos EUA. Em 2007, cerca de 17% das indústrias americanas já usavam BIM e em 2012, esta estatística aumentou para 71% (Issitt, 2019). No Canadá, esta metodologia já está disseminada e é utilizada há muito tempo por todo o território (Audier *et al.*, 2017). Em 2016, o governo do UK exigiu ao setor de projetos públicos o uso do BIM 3D (Audier *et al.*, 2017). Na Noruega, o BIM é obrigatório para a construção de novos edifícios financiados por fundos públicos (Audier *et al.*, 2017). Na Coreia do Sul, o BIM é obrigatório para todos os projetos acima de \$ 50 milhões e para todos os projetos públicos desde 2016 (Audier *et al.*, 2017). Os países mencionados encontram-se num estado de adoção muito maduro.

Existem outros países em que a utilização de BIM já está bastante sólida como a França onde a obrigatoriedade de BIM em projetos públicos começou em 2017 (Audier *et al.*, 2017). Na Alemanha e na Austrália, embora BIM não seja obrigatório, já tem uma disseminação significativa (Audier *et al.*, 2017). O Brasil começou recentemente a utilizar esta metodologia, mas está a difundir-se rapidamente (Audier *et al.*, 2017). Na China, BIM é muito utilizado no design e engenharia de projetos. Neste país estão a ser desenvolvidas normas nacionais como parte do plano de construção 2015-2020 (Audier *et al.*, 2017). Em 2014, o uso de BIM foi recomendado para projetos financiados pela União Europeia (Audier *et al.*, 2017).

Estima-se que até 2025, o BIM tenha sido difundido na indústria ao ponto de gerar ganhos de produtividade na ordem dos 15% a 25% (Audier *et al.*, 2017).

2.3.2. BIM em Portugal

Em Portugal, existe pouca literatura sobre BIM (Carvalho, 2016) e sobre a temática da gestão da inovação no contexto desta metodologia. As avaliações do estado de implementação de BIM provaram que é uma metodologia pouco utilizada e que tem ainda muito pouca expressão (Carvalho, 2016). No entanto, tem vindo a ser divulgada pelas universidades e há alguns movimentos académicos que procuram apelar às vantagens da implementação de BIM (Otero, 2014).

Foi criada a Comissão Técnica 197, doravante designada por CT197, a representação em Portugal da Comissão Técnica CEN/TC422, que visa proporcionar normas, especificações e relatórios que suportam a metodologia BIM à comunidade europeia (CEN/TC422, 2019). A CT197 é responsável pelo desenvolvimento de sistemas de classificação, modelação da informação e processos ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos de construção, tendo esta delegação sido atribuída pelo Instituto Português da Qualidade – IPQ. Esta Comissão Técnica foi dividida em 4 subcomissões (CT197, 2019): Subcomissão 1 – Plano de ação e maturidade BIM, Subcomissão 2 – Trocas e requisitos de informação, Subcomissão 3 – Metodologias BIM e Subcomissão 4 – Modelação e objetos BIM. O trabalho da CT197 tem incidido sobre temas relevantes como é o exemplo do Guia da Contratação BIM, lançado em 2017, que tem ajudado as empresas no apoio à contratação de serviços na indústria da Construção através de BIM (CT197, 2019).

Para que BIM seja difundido é necessário o envolvimento de todas as partes. O Estado pode ter um papel fundamental nesta matéria pois, à semelhança do que aconteceu noutros países, a obrigatoriedade do uso do BIM em concursos públicos é um grande passo para a sua difusão (Poças, 2015 e Carreiró, 2017). Por outro lado, a criação de normas pode ser uma oportunidade na medida em que contribuirá para a otimização dos processos e para uma alargada industrialização do setor AEC em Portugal (Carvalho, 2016).

Assim, o capítulo seguinte procura cruzar a metodologia BIM com a noção de inovação sistémica apresentada anteriormente, identificando as dimensões mais relevantes para a difusão desta inovação.

2.4. BIM como inovação sistémica

A metodologia BIM tem o potencial de reunir diferentes empresas que trabalham de forma coordenada e colaborativa (Murguía *et al.*, 2017). Segundo Murguía *et al.* (2017), ao analisar o BIM ao nível interorganizacional, esta metodologia é considerada uma inovação sistémica que requer a identificação de 5 dimensões: a aceitação individual, a existência de impulsionadores organizacionais, ligações interorganizacionais, desafios na gestão da cadeia de abastecimentos e o contexto. Estas variáveis são dinâmicas, estão inter-relacionadas e dependem do contexto (Murguía *et al.*, 2017).

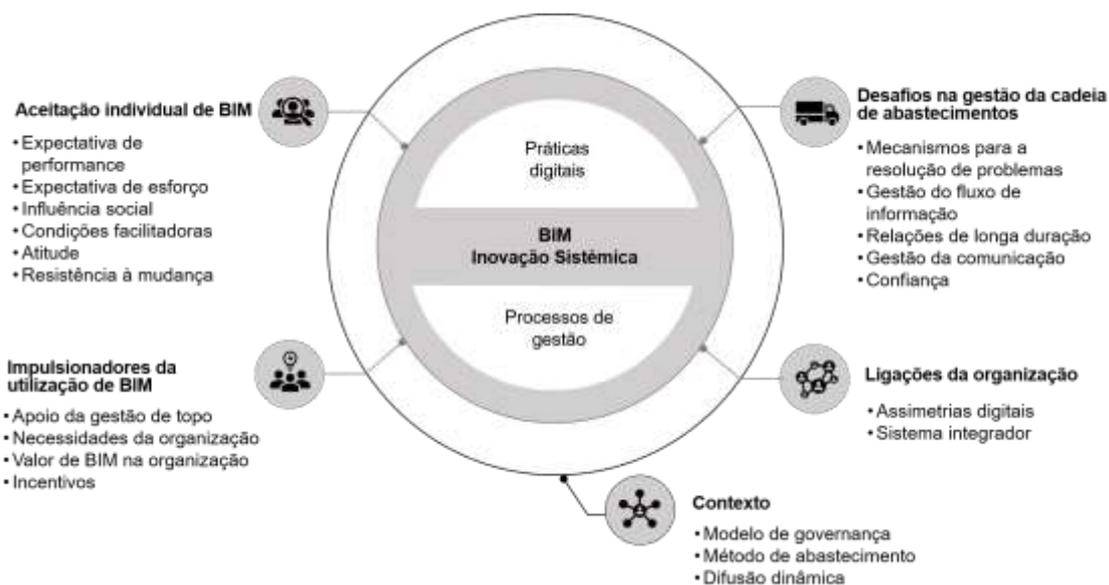


Figura 4 – Modelo de inovação sistémica de BIM

Fonte: Traduzido de Murguía *et al.* (2017)

A aceitação individual de BIM é relevante, na medida em que, a intenção comportamental e a intenção de utilizar esta metodologia é crucial para o sucesso ou insucesso da sua difusão (Murguía *et al.*, 2017). Segundo Murguía *et al.* (2017), a intenção comportamental é afectada pela expectativa de desempenho, esforço e influência social. A intenção de utilização, por sua vez, é impulsionada pela intenção comportamental e por condições facilitadoras (Murguía *et al.*, 2017).

Os impulsionadores têm um papel fundamental no sucesso da implementação e utilização de BIM. Em termos internos, uma abordagem *top-down* implica que os gestores se envolvam na implementação e acreditem no potencial, motivando as suas equipas e proporcionando-lhes as condições necessárias (Murguía *et al.*, 2017). A formação de clusters e os incentivos financeiros também foram considerados impulsionadores da difusão de BIM (Chang, Pan e Howard, 2017).

Segundo Linderoth (2010), novas experiências proporcionam novas redes de atores e a modelação dos papéis e relacionamentos. BIM tem a capacidade de criar novas funções e competências, exigindo uma maior colaboração. Por exemplo, os subcontratados podem ter mais responsabilidade no processo de design (Papadonikolaki, Vrijhoef e Wamelink, 2016). Outro fator relevante que afeta as ligações da organização são as disparidades tecnológicas (Murguía *et al.*, 2017). Geralmente, as grandes empresas têm mais facilidade de utilizar BIM devido à experiência, às oportunidades de investimento e ao poder (Murguía *et al.*, 2017). As Pequenas e Médias Empresas (PME) podem ter acesso ao uso da tecnologia, mas, regra geral, têm falta de competências. Estas disparidades são decisivas na difusão de BIM.

Para ocorrer a difusão de uma inovação sistémica, é essencial identificar os problemas que dificultam o seu desenvolvimento, sendo para isso necessário analisar a cadeia de abastecimento (Wieczorek e Hekkert 2012). Quanto mais sistémica for a inovação, mais concentrada deve ser a gestão da cadeia de abastecimento (Bröring, 2008), o que é difícil numa indústria fragmentada (Murguía *et al.*, 2017). A existência de subcontratados, proveniente da natureza do negócio, dá origem a um problema controverso (Murguía *et al.*, 2017). Por um lado, pode ser uma desvantagem quando não há rotatividade porque limita novas experiências e aquisição de competências, por outro lado, as relações de longo prazo aumentam a capacidade de comunicação e a

probabilidade de sucesso. Muitas vezes, o feedback negativo e a falta de pagamentos relativamente a estes stakeholders, prejudicam a confiança entre os atores (Murguía *et al.*, 2017).

O contexto molda o processo de difusão da inovação (Murguía *et al.*, 2017). Uma interação é constituída pelo cliente, o método de aquisição, o poder e a dinâmica de difusão (Murguía *et al.*, 2017). No início do projeto, o cliente seleciona o método de aquisição e, por sua vez, o nível de integração da cadeia de abastecimento (Briscoe, Dainty, Millett e Neale, 2004), revelando-se um dos atores institucionais mais poderosos (Jacobsson, Linderoth e Rowlinson, 2017). A decisão de utilizar BIM num determinado projeto pode partir do cliente (Murguía *et al.*, 2017). Por outro lado, se o cliente não o fizer, outro ator, como o subcontratado, pode exigir o seu uso, pressionando a cadeia de abastecimento a jusante (Jacobsson *et al.*, 2017).

Para além destas cinco dimensões, os autores defendem também que há uma interação entre o cliente, o método de aquisição, a dinâmica de difusão e o poder (Murguía *et al.*, 2017) como fatores presentes no modelo de inovação sistémica de BIM.

3. Questões de investigação

Depois de apresentadas as definições de inovação e as suas tipologias segundo Abernathy e Clark (1985) e Henderson e Clark (1990), as atenções foram focadas no impacto que determinadas inovações têm na indústria em que se inserem. Nesta abordagem sobre inovações que ultrapassam as fronteiras da empresa, introduziu-se o conceito de inovação sistémica que mais tarde foi analisado na ótica da metodologia BIM.

Tendo em conta a importância do setor AEC à escala mundial e nacional e o contexto de competitividade a que se assiste, torna-se relevante compreender como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM e encaram esta metodologia como uma inovação para a indústria AEC.

Assim, as questões de investigação tiveram como intuito perceber, por um lado, como é que as empresas percecionam a implementação de BIM (QI1) e, por outro, como

é que BIM contribui para a promoção da inovação na indústria da Construção em Portugal (QI2). Assim, as QI são:

QI1 - Como é que as empresas portuguesas percebem a implementação de BIM?

QI2 - Como é que BIM contribui para a promoção da inovação na indústria da Construção em Portugal?

4. Metodologia

O presente estudo abordará cinco empresas portuguesas das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção como estudo de casos. Este capítulo apresentará a metodologia de investigação seguida, o procedimento utilizado e as técnicas de recolha de informação adotadas, por forma a assegurar a validade da informação.

4.1. Estudo de casos

O estudo de casos é principalmente adequado a questões de investigação do tipo “por que” e “como” (Yin, 2014), nas quais a pergunta é feita sobre um conjunto de eventos que o investigador não controla ou sobre os quais tem muito pouca influência (Yin, 1994).

Este tipo de metodologia permite uma maior aproximação com os intervenientes, o que possibilita a obtenção de informações mais pormenorizadas. O estudo de casos é também indicado para fenómenos que se encontram numa fase embrionária (Eisenhardt, 1989), como é o caso da adoção de BIM nas empresas portuguesas.

Segundo Yin (2009), deve ser adotado um único caso quando se está perante algo único, extremo ou crítico. No entanto, se o resultado for diferente da expectativa inicial o estudo de caso único pode revelar-se uma debilidade (Yin, 2009). Assim, considera-se que o estudo de múltiplos casos é mais vantajoso na medida em que facilita a identificação de padrões e reduz o risco de desvios, independentemente das proposições feitas (Eisenhardt, 1991). Por este motivo, foi utilizado o estudo de casos, por forma a investigar a implementação da metodologia BIM que é recente em Portugal e sobre a qual pouco se conhece em termos de gestão de inovação.

Os dados recolhidos podem ser analisados estabelecendo uma comparação entre os resultados empíricos e relações teóricas definidas inicialmente (Yin, 2013). A correspondência entre a parte empírica e a contribuição teórica serve de base para explicar de que forma uma intervenção gerou (ou não) os seus efeitos (Yin, 2013).

Para a investigação do tema em questão e para responder às questões de investigação definidas no capítulo 3, foram abordadas cinco empresas portuguesas que trabalham com a metodologia BIM.

4.2. Seleção dos casos

A seleção dos casos foi feita através de uma pesquisa de empresas nas quais a metodologia BIM já tivesse sido implementada. O objetivo foi contactar profissionais com o cargo de BIM Managers ou BIM Coordinators por, à partida, serem os perfis técnicos com melhor perceção de temas relacionados com a gestão da organização e com a gestão da inovação.

Foi feita uma procura através da plataforma LinkedIn, a partir da qual foi possível identificar profissionais que trabalham em empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção que já implementaram a metodologia BIM. A pesquisa teve por base o acrónimo “BIM” isoladamente e as palavras “BIM Manager” e “BIM Coordinator”. A rede do LinkedIn é formada pelas conexões de primeiro, segundo e terceiro grau, além dos integrantes dos grupos do LinkedIn aos quais o perfil pertence (LinkedIn, 2019). Desta forma, com esta pesquisa foram obtidos 18 resultados aos quais foram enviados pedidos de conexão. Dos pedidos de conexão feitos, foram aceites 10, aos quais foi enviada uma mensagem privada onde foi explicado o propósito da presente dissertação e feito o pedido de colaboração.

Foram obtidas cinco respostas positivas, as quais resultaram nos casos descritos adiante. Um dos testemunhos preferiu contribuir anonimamente para este estudo e, por esse motivo, foi atribuído o nome fictício “João Neves”. A empresa à qual pertence será ficticiamente designada de “*Constxpto*”.

Na seleção dos casos devem ser considerados quatro parâmetros: o alvo, os atores, os eventos e os processos (Miles e Huberman, 1994), que se encontram resumidos no Anexo A3.

Para aumentar a confiabilidade deste processo, garantido uma qualidade mais elevada e uniformização no tratamento dos dados foi utilizada a técnica do protocolo (Yin, 2009), que pode consultada no Anexo A4.

4.3. Técnicas de recolha da informação

A metodologia qualitativa é útil na medida em que pode focar-se nos fenómenos no seu contexto natural, o que proporciona uma recolha de dados próxima da situação estudada (Yin, 2009; Miles e Huberman, 1994).

Segundo Yin (2009), para garantir a validade da informação recolhida é necessário proceder à validade do construto, validade interna, validade externa e confiabilidade. Desta forma, o anexo A5 mostra as técnicas utilizadas nesta dissertação para garantir a validade das informações obtidas.

Foram feitas entrevistas semiestruturadas e focadas no objetivo do estudo por serem um dos melhores métodos para obter dados confiáveis e válidos, para a obter informação que liga a teoria à prática. (Yin, 2014). O guião de entrevista utilizado como base para a conversa com os testemunhos pode ser consultado no Anexo A2.

Por outro lado, é necessário ter em consideração que o modo como as questões estão formuladas e a forma como as respostas são obtidas podem ser ambíguas (Yin, 2014). Yin (2014) defende ainda que outras limitações são a ausência de dados por esquecimento ou a ocultação do entrevistado e a subjetividade das respostas.

Através da triangulação da informação, foi possível confrontar diferentes fontes de informação e comparar os resultados obtidos, o que permitiu reforçar o relacionamento teórico dos conceitos e também os construtos (Eisenhardt, 1989). Desta forma, é possível também fortalecer a validade e a fiabilidade da presente investigação (Eisenhardt, 1989; Yin, 2009). Foi utilizada a triangulação da informação para descrever as “6 fases do Revit” referidas pela empresa *Quadrante* na resposta à Q11 e também na confirmação das informações relacionadas com a CT197 dadas pelos entrevistados.

A tabela que consta no Anexo A6 resume a informação das entrevistas realizadas, mencionando a empresa em análise, o nome do entrevistado, a função dentro da empresa, o meio através do qual foi realizada, a data e a duração.

O capítulo seguinte irá resumir o conteúdo das entrevistas realizadas, na tentativa de responder às questões de investigação definidas no capítulo 3.

5. Análise dos casos

Neste capítulo serão apresentadas as respostas às questões de investigação colocadas no capítulo 3, de acordo com os casos estudados. A atividade da empresa, a sua dimensão, o volume de negócios em 2018 e o ano de implementação de BIM do estudo de casos podem ser consultados na tabela do Anexo A7, com o intuito de simplificar a leitura das respostas.

5.1. Como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM?

Para responder à Q11 (como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM), foram feitas várias perguntas por forma a englobar os vários aspetos deste processo e foi utilizado o método de triangulação da informação para reforçar a validade dos conteúdos apresentados.

Dupla – A *Dupla* decidiu adotar BIM por esta metodologia permitir a compatibilização com outras especialidades, interoperabilidade com outros softwares e acesso simultâneo e remoto ao mesmo ficheiro. Atualmente, todo o trabalho é feito em BIM. Na ótica da empresa há falta de mão-de-obra qualificada devido à emigração na última crise e, juntamente com isto, o trabalho da Arquitetura não é reconhecido. Como consequência, os preços dos honorários praticados no mercado são muito baixos. Assim, a implementação revelou-se vantajosa, uma vez que, permite também produzir o mesmo com menos colaboradores. Os utilizadores têm uma ideia do conceito mas tendem a focar-se em questões pontuais e não na compreensão global de BIM. Devido à conjuntura económica dos últimos anos, encontram na geração mais nova poucos conhecimentos de execução de obra, o que limita o entendimento de BIM. Relativamente aos gestores de topo, regra geral, se estiverem há muito tempo dentro da empresa criam uma resistência à adoção da metodologia pelo receio de perderem a sua posição. No entanto, o seu *know-how* é importante para as empresas e, por isso, devem ser os primeiros a ser motivados.

A relação com os subcontratados tem sido um desafio porque requer relações de longa duração que nem sempre são possíveis na ótica do projeto. Regra geral, os clientes da *Dupla* não conhecem BIM e, por isso, não exigem que seja utilizada nos projetos. Na perspectiva da empresa, o Estado deveria intervir na contratação de forma a proporcionar diretrizes claras no mercado. Por outro lado, esta BIM poderia ser utilizado pelos municípios como ferramenta de gestão do território. Para a *Dupla*, esta metodologia veio permitir dar resposta à escassez de mão-de-obra, usufruir das vantagens do trabalho remoto e, acima de tudo, apresentar um produto final de qualidade superior. Ressalva o desconhecimento das gerações mais novas sobre Construção e salienta a dificuldade em amadurecer as relações com terceiros neste contexto.

Newton – A *Newton* decidiu implementar BIM devido aos benefícios evidentes da metodologia e à necessidade de inovar que sempre esteve na génese da empresa. Neste momento, cerca de 65% dos projetos são feitos em BIM, mas o objetivo da empresa é utilizá-la na totalidade dos trabalhos. O impacto da metodologia foi tal que decidiram criar uma empresa dedicada à consultoria nesta área – a *Bimms*, para a qual José Carlos Lino trabalha na maioria do tempo. Sendo o principal impulsionador da metodologia, o seu afastamento da *Newton* acabou por desacelerar a evolução da utilização de BIM. Internamente, os utilizadores têm uma boa aceitação da metodologia. No entanto, a empresa é a promover o *Endomarketing* (Marketing dentro da organização), por forma a convencer os gestores de topo e a combater a inércia existente. No início da implementação, praticamente não existiam parceiros a trabalhar em BIM e isso revelou-se uma dificuldade para a *Newton*. Em termos gerais, identificam outras barreiras como o investimento na infraestrutura tecnológica e na formação, assim como a importância de a gestão de topo estar alinhada com os objetivos. A desvalorização do trabalho da Engenharia e os baixos honorários praticados no mercado são outros dos desafios que enfrentam. Notam também falta de preparação dos municípios para a contratação, mas ressalvam o trabalho desenvolvido pela CT197 a este nível. Recorrentemente, são subcontratados por trabalharem em BIM, mas reconhecem grandes lacunas na contratação. Os clientes que solicitam BIM, regra geral, têm uma preocupação com a gestão financeira e operacional do seu ativo mas, por vezes, também pedem por uma questão de Marketing. Ainda assim, a empresa considera que, regra geral, não reconhecem as mais-valias da metodologia. Relativamente ao preço, consideram-no igual

aos projetos feitos na metodologia tradicional, essencialmente, devido à falta de reconhecimento. No entanto, alertam para o facto de BIM ser baseado em hora/homem, o que facilmente torna a metodologia mais cara do que a tradicional. O Estado deveria incentivar a formação, criar legislação e linhas de apoio ao investimento em software, hardware e formação. Sumariamente, a *Newton* considera-se pioneira na adoção de BIM e um agente de difusão da metodologia perante os seus parceiros. Salientam a aversão ao risco, a desvalorização do trabalho da Engenharia, as lacunas na contratação e o potencial do Estado.

TPF – A *TPF* decidiu implementar esta metodologia devido às suas vantagens técnicas e à necessidade de antecipação a projetos em que BIM é obrigatório. O processo de implementação começou com uma “...análise ao estado da empresa e ao perfil dos colaboradores, a definição da estratégia, a criação do núcleo BIM, formação e, após isto, desenvolveu-se um projeto piloto.” (Luís Ribeirinho). Hoje em dia, consoante os departamentos, há diferentes níveis de utilização. No entanto, em termos estratégicos, a empresa pretende trabalhar 100% em BIM. Internamente, a postura dos utilizadores varia, há quem se adapte facilmente e há quem tenha uma grande aversão à mudança. “Os colaboradores que têm mais experiência na metodologia tradicional, tendem a bloquear quando trabalham em BIM porque se sentem fora da sua zona de conforto.”. “Há um período em que as pessoas não são produtivas, têm dificuldades, precisam de algum tempo para explorar as ferramentas e adaptarem-se. Esse tempo, às vezes, não existe.” (Luís Ribeirinho). Alguns gestores de topo, apesar da formação recebida, apresentam desconhecimento sobre a metodologia e sobre como BIM pode acrescentar valor ao seu serviço. A *TPF* considera que, regra geral, há uma aversão à mudança por parte dos intervenientes no processo e há também algumas limitações em termos de software e de hardware. Por trabalharem essencialmente em países subdesenvolvidos, ainda não tem muitos clientes a solicitar BIM mas, regra geral, quem requisita são entidades públicas. O preço, na opinião do entrevistado, “...deve ser independente da metodologia utilizada...” (Luís Ribeirinho). Na perspetiva da empresa, sendo o Estado um dos principais clientes de grandes obras, pode contribuir para a difusão desta inovação exigindo a utilização de BIM nas obras públicas. Sumariamente, a *TPF* encara a implementação de BIM como parte da sua estratégia de capacitação para o futuro. Realça a dificuldade de adaptação dos utilizadores, a aversão à mudança, o desconhecimento da

metodologia por parte de alguns gestores de topo e também algumas limitações de hardware e software.

Quadrante – A intenção de prestar um melhor serviço e a crescente solicitação de BIM por parte das empresas internacionais, foram os principais motivos que levaram a

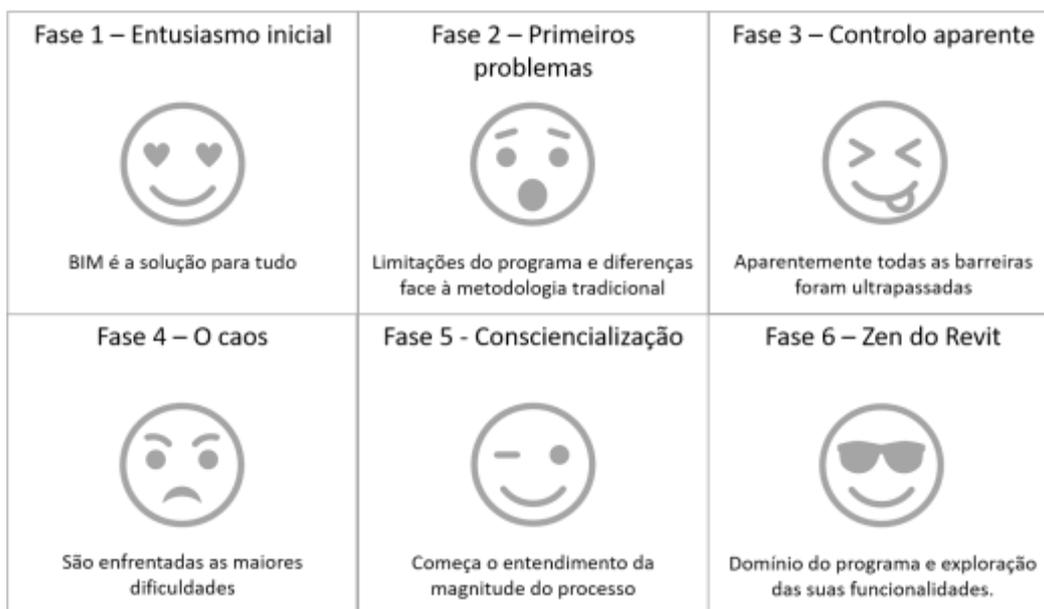


Figura 5 – As 6 fases do Revit

Adaptado de: <http://tmsbim.blogspot.com/2014/02/the-six-stages-of-revit.html>
Acedido em: 04/10/2019

Quadrante a adotar a metodologia BIM. A falta de recursos no setor devido à emigração e, a conseqüente necessidade de fazer mais com menos colaboradores é também uma realidade. Apesar do balanço do processo ser positivo, reconhecem que há medo da mudança e como tal, é necessário suporte técnico para os utilizadores e consultoria ao longo de todo o processo de implementação. Os gestores de topo reagem de acordo com as “6 fases do Revit”, como ilustra a Figura 5.

Na perspetiva da empresa em análise, a implementação de BIM não elimina funções, mas obriga a uma reestruturação. As principais barreiras encontradas na implementação de BIM são o próprio processo de implementação, a gramática da metodologia e a aversão à mudança. Destacam também a dificuldade em comunicar com os parceiros, devido ao desconhecimento da magnitude do processo colaborativo e as diferentes perspetivas entre fabricantes e projetistas, em termos da quantidade e qualidade de informação fornecida sobre os objetos. Quando é necessário, a empresa aloca uma equipa para auxiliar os

subcontratados com a metodologia, o que resulta numa melhoria da comunicação. Os clientes que requisitam BIM são clientes internacionais, entidades públicas e privadas. O preço dos projetos feitos em BIM é semelhante aos projetos elaborados na metodologia tradicional, salvo se, o cliente pretender obter informações que apenas o novo método permite. *“O Estado só pode intervir se houver anarquia nesta matéria, o que ainda não acontece.”* (Ricardo Carvalho). No entanto, pode dar diretivas e recomendações de forma estruturada, permitindo competitividade. É possível depreender que a implementação de BIM para a *Quadrante* foi uma aposta acertada, inclusive têm clientes que solicitam a metodologia e reconhecem as suas mais-valias. No entanto, ressaltam várias barreiras, nomeadamente resistência por parte dos utilizadores, falta de entendimento da metodologia por parte dos gestores de topo e desafios na comunicação com o exterior, devido à inexistência de uma gramática comum.

“Constxpto” – A principal motivação que levou a *“Constxpto”* a implementar BIM foi a inovação tecnológica. Esta decisão esteve também associada a custos e prazos, bem como, às soluções mais eficientes que BIM permite. O balanço da implementação é positivo, ainda assim, o processo de adaptação é demorado e notam algumas resistências à mudança. Relativamente à postura dos utilizadores, *“há colaboradores que não levam o processo muito a sério.”* (“João Neves”). Regra geral, *“as pessoas com mais idade, são mais resistentes... os mais novos têm curiosidade.”* (“João Neves”). Como barreiras à implementação de BIM foram referidas a insuficiente oferta formativa, aversão à mudança e os custos de aquisição de hardware e software. Na empresa em análise, está a ser feita uma reestruturação das funções devido à implementação de BIM, na qual inclusive estão a criar novos cargos. No caso do entrevistado, houve uma acumulação de funções. Quando trabalham com parceiros, a empresa cria um PEB - Plano de Execução BIM onde estão definidas as regras da criação do modelo. Os clientes que solicitam BIM são clientes públicos e privados, nacionais e internacionais e, regra geral, reconhecem o valor desta metodologia. Relativamente ao papel do Estado, *“Mais ano menos ano, haverá normas e o IPQ ou o Estado irá ter que aprová-las. Se o Estado obrigasse ou recomendasse a utilização desta metodologia, iria contribuir para que todos comessem a usar BIM...”* (“João Neves”). O entrevistado acredita que dentro de 2 a 3 anos, será exigida a utilização de BIM nos projetos de grande dimensão. Em suma, a *“Constxpto”* perceciona a implementação de BIM como uma metodologia que veio ajudar a melhorar

a qualidade do seu trabalho e a controlar melhor custos e prazos. No entanto, é um processo demorado no qual se destaca a aversão à mudança e também a falta de oferta formativa.

Conclusão – Não é possível categorizar as posições das empresas em função da natureza do negócio. Em suma, a perceção das organizações abordadas é que a metodologia BIM trás mais-valias para a atividade, na medida em que toda a informação fornecida pelo modelo permite um maior controlo do projeto, da construção e da manutenção. As principais vantagens de BIM prendem-se com a antecipação de erros (*Dupla*, *TPF*, *Quadrante*, “*Constxpto*”); controlo de custos e prazos (“*Constxpto*”); qualidade acrescida;

Por outro lado, salientam-se grandes dificuldades no processo de implementação, nomeadamente: aversão à mudança em diversos níveis (todos); não reconhecimento da Arquitetura e Engenharia (*Dupla* e *Newton*); o desconhecimento da metodologia como um todo por parte dos diversos intervenientes (*Quadrante*, *TPF* e *Quadrante*); custos e limitações de software e hardware (“*Constxpto*” e *TPF*); e ausência de normas aplicadas à realidade portuguesa, que resultam em dificuldades na comunicação que serão melhor exploradas na questão de investigação seguinte.

As relações com terceiros foram consideradas um desafio, na medida em que a curta duração dos projetos é insuficiente para amadurecer relações (*Dupla*). No entanto, foi também referido que, devido a esta metodologia, as relações com os subcontratados são mais colaborativas, aproximando os intervenientes do processo (“*Constxpto*”). Foram identificadas diferenças de perceção sobre a metodologia entre fornecedores e projetistas (*Quadrante*) e lacunas na contratação (*Dupla* e *Newton*).

As opiniões divergem relativamente ao papel do Estado na difusão desta metodologia. No entanto, podem ser categorizadas em: apoio à formação (*Newton*), linhas de apoio ao investimento (*Newton*), obrigatoriedade de utilização da metodologia (*Dupla*, *Quadrante*, *TPF* e “*Constxpto*”), recomendação da metodologia (*Quadrante* e “*Constxpto*”) e legislação e normalização (*Newton* e “*Constxpto*”).

No Anexo A8, consta uma tabela que resume as principais conclusões retiradas em termos de motivações, desafios, clientes, relações com o exterior e o papel do Estado.

5.2. Como é que BIM contribui para a promoção da inovação na indústria da Construção em Portugal?

Para responder à Q12 (como é que BIM contribui para a promoção da inovação na indústria da Construção em Portugal), a resposta foi depreendida através das informações que foram dadas no decorrer da conversa ou na apresentação do tema da presente dissertação, por forma a não influenciar a resposta dos entrevistados.

Dupla – Na perspetiva do entrevistado, BIM pode contribuir para a promoção da inovação e, na realidade, já está a fazê-lo. Esta metodologia permite a colaboração, facilita e aumenta a comunicação dentro da indústria. No entanto, nem todos os intervenientes no processo têm o mesmo entendimento sobre a metodologia: *“o preço é uma questão pertinente, os honorários (desvalorizados) são outra...”* (Miguel Jerónimo). BIM tem a capacidade de reunir os intervenientes, no entanto, é o dono de obra que os seleciona, por isso, o sucesso depende muito deste ator. *“As construtoras são as que têm mais recursos e que podem aplicar melhor BIM, para evitar erros e omissões.”* (Miguel Jerónimo). No que toca à arquitetura, *“BIM dá a garantia que a arquitetura já reviu os processos e os projetos, o que reduz muito o erro. Isto melhora a relação com o cliente na medida em que a entrega é feita da forma mais correta possível.”* (Miguel Jerónimo). Com a utilização desta metodologia existe *“... um respeito maior pelas questões financeiras. Depois destas crises todas, há mais preocupações para evitar derrapagens em obra.”* (Miguel Jerónimo). Na perspetiva da *Dupla*, a inovação introduzida por BIM está na antecipação e na qualidade aumentada que a metodologia permite obter, o que se reflete numa construção mais controlada e com menos derrapagens em termos de orçamento.

Newton – *“As empresas de Construção portuguesas sempre foram reconhecidas internacionalmente. No entanto, com a crise, em 2011, houve uma fuga de profissionais e muitas empresas faliram.”* (José Carlos Lino). Estas são excelentes oportunidades para a inovação, mas infelizmente, em Portugal, a situação era tão grave que não havia sequer meios para tal. Na perspetiva da *Newton*, regra geral, há dois aspetos que levam a que o setor da Construção não inove: o aspeto financeiro e o facto de as pessoas ligadas à Construção serem muito pragmáticas e avessas ao risco. Apesar disto, o entrevistado é da opinião que o ser humano quer inovar. *“Se o “prato” for apresentado de forma adequada e se explicarem muito bem as vantagens e os desafios, as pessoas aderem.”* (José Carlos

Lino). Na perspetiva da *Newton*, BIM é uma réplica digital do ativo que proporciona uma qualidade superior na sua projeção, construção, gestão e manutenção, fornecendo valores, marcas e inúmeras outras informações, o que se revela uma grande revolução na indústria.

TPF – Na perspetiva da *TPF*, a metodologia BIM resulta sobretudo numa reestruturação da colaboração dentro da indústria. Dos contributos da metodologia resultam sobretudo mais-valias na comunicação dentro das equipas, na existência de modelos partilhados e de um ambiente comum de dados. “*A introdução desta metodologia promove o espírito de equipa, evita duplicações e garante que todos os intervenientes estão a trabalhar com a versão mais recente.*” (Luís Ribeirinho). Na opinião do entrevistado, “*isto é válido entre equipas, mas também de umas fases para as outras, evitando perdas de informação... que se traduzem facilmente em aumentos significativos de produtividade, cujos índices, na Construção, são lamentavelmente baixos.*” (Luís Ribeirinho). Em suma, a empresa percebe a metodologia em análise como uma ferramenta que aproxima não só equipas, como as diferentes fases do projeto, reforçando a colaboração e a comunicação dos intervenientes.

Quadrante – A metodologia BIM “*...nada mais é do que comunicar, a comunicação que está inerente a todas as empresas e internamente também se altera porque são criadas regras.*” (Ricardo Carvalho). Em Portugal, ainda não existem normas, o que dificulta a comunicação, pois “*...dependendo do interlocutor e há um cuidado que tem que ser redobrado para termos uma gramática comum. Tendo esta gramática, temos o modelo com informação, quantidades, calendarização e gestão do ativo.*” (Ricardo Carvalho). Esta metodologia “*...leva as empresas a estarem mais atentas no mercado com a entrega de um modelo colaborativo com informação e geometria.*” (Ricardo Carvalho). Para o entrevistado, é importante salientar que BIM não é uma mera ferramenta de desenho tridimensional, mas um modelo que engloba 7 dimensões. Na perspetiva da empresa em análise, BIM contribui para a inovação do setor principalmente ao nível da comunicação interna e entre empresas. No entanto, o país ainda tem uma grande margem de evolução na construção de normas que permitam uma linguagem comum.

“Constxpto” – BIM é um contributo fundamental para a indústria da Construção e “*o trabalho colaborativo é uma peça fundamental para que isso aconteça.*” (“João Neves”). A metodologia permite que os intervenientes trabalhem em tempo real com acesso ao

mesmo modelo, o que antecipa problemas e providencia a sua rápida correção, melhorando a eficácia da produção. “*BIM permite-nos uma relação mais colaborativa (com os parceiros) porque temos que falar todos a mesma linguagem.*” (“João Neves”). Na perspetiva do entrevistado, BIM contribui para a inovação da indústria através da colaboração e da comunicação, o que se reflete em ganhos de produtividade comuns a toda a indústria.

Conclusão – Há consenso entre os entrevistados que metodologia BIM tem um impacto positivo para a inovação da indústria na realidade portuguesa. Salienta-se especialmente a ênfase dada à colaboração entre os vários intervenientes a que BIM obriga, assim como a importância da linguagem comum.

Esta nova forma de trabalhar introduz um paradigma que promove o trabalho em equipa, otimiza os processos de produção e antecipa erros e omissões, tornando a produção mais eficaz. Consequentemente, transforma também a relação com o cliente, permitindo mais transparência, um maior rigor e controlo de custos e prazos. Salientam-se, no entanto, problemas de enquadramento legal, na medida em que o país ainda não tem normas próprias para a utilização da metodologia.

6. Discussão

O presente capítulo visa apresentar uma análise dos resultados obtidos, confrontando-os com a literatura estudada no capítulo 2.

Relativamente à Q11, sobre como é que as empresas portuguesas percecionam a implementação de BIM, os principais desafios identificados no processo de implementação de BIM foram a falta de conhecimentos sobre a abrangência e o valor acrescentado desta metodologia e a aversão à mudança em diversos níveis. Esta resistência vai de encontro a Singh (2014), que considerou este fator como frequente no setor da Construção em termos organizacionais e ao nível individual.

Um dos aceleradores da implementação de BIM identificado foi a importância da gestão de topo estar alinhada com os objetivos. Segundo Murguía *et al.* (2017), o contexto no qual uma inovação é implementada está diretamente relacionado com a sua

taxa de adoção, sendo que o modelo de *governance* contribui, em grande medida, para a velocidade de adoção de determinada inovação (Murguía *et al.*, 2017).

De acordo com os dados recolhidos, com a implementação de BIM, há necessidade de atribuir novos papéis que, conseqüentemente, geram reestruturações internas, criando cargos novos ou acumulando funções. Parcialmente, este resultado vai de encontro a Taylor e Levitt (2004), que defendem que as inovações sistémicas podem criar, reduzir ou eliminar papéis dentro das empresas.

De acordo com os entrevistados, através de BIM, as relações são mais colaborativas. Esta vantagem vai de encontro à principal facilitação da metodologia referida por Goedert e Meadati (2008). As ligações interorganizacionais foram várias vezes mencionadas como fundamentais ao nível da colaboração e da comunicação mas fortificar estas relações entre as empresas também se tem vindo a revelar um desafio para os casos estudados. Este resultado está de acordo com Murguía *et al.* (2017) quando afirma que os negócios que operam na ótica de projetos têm dificuldade em estabelecer relações duradouras que permitem melhorar a comunicação dos intervenientes. A *Dupla* revelou ter dificuldade em amadurecer as relações com os subcontratados devido à brevidade dos projetos, os restantes casos referiram procurar manter as suas relações contratuais, não revelando sentimentos de estagnação. Segundo Murguía *et al.* (2017), a rotatividade na subcontratação limita novas experiências e aquisição de competências, no entanto, as relações de longo prazo aumentam a capacidade de comunicação e a probabilidade de sucesso.

Relativamente ao papel do Estado na difusão da metodologia os principais resultados foram o apoio à formação, linhas de apoio ao investimento, obrigatoriedade de utilização da metodologia, recomendação de utilização em obras públicas e legislação e normalização. Na literatura portuguesa, Poças (2015) e Carreiró (2017) sugeriram que o Estado, à semelhança de outros países, exigisse o uso de BIM em concursos públicos; Carvalho (2016) defendeu a importância da normalização para a difusão da metodologia e conseqüente desenvolvimento do setor.

Os resultados da QI2, sobre como BIM contribui para a inovação do setor da Construção em Portugal, estão relacionados sobretudo com a colaboração e com a importância da linguagem comum entre os diversos atores do projeto.

A análise dos casos permitiu identificar que a arquitetura da própria metodologia BIM exige a colaboração dos diversos atores, aproximando-os. Na literatura, já tinha sido identificada a importância da colaboração para que o potencial de BIM seja reconhecido, nomeadamente, através de parcerias e redes informais (Augenbroe, 2009; Eadie, Odeyinka, Brown, Mckeown e Yohanis, 2013).

Foram identificadas mais-valias essencialmente ao nível da comunicação dentro das equipas, dos modelos partilhados e de um ambiente comum de dados. Este resultado vai de encontro à proposta de Rogers (1962) que refere que o processo de difusão da inovação pode ser acelerado através de relações colaborativas e de uma comunicação focada na inovação.

De acordo com os casos analisados, o sucesso de um projeto BIM depende muito do dono de obra, na medida em que é este ator que seleciona os intervenientes que irão colaborar. Este resultado vai de encontro a Murguía *et al.* (2017) que afirma que o poder e a dinâmica de difusão da inovação inerentes ao método de aquisição do projeto estão dependentes da decisão do cliente.

Conclui-se, portanto, que os resultados principais do estudo empírico são convergentes com a revisão da literatura apresentada no capítulo 2. O capítulo que se segue irá resumir as principais conclusões tiradas deste estudo, assim como as limitações e propostas de investigação futura.

7. Conclusões

O presente capítulo apresenta os principais resultados desta investigação, assim como as limitações e propostas para investigações futuras.

7.1. Resultados

O presente estudo é relevante na medida em que cruza a investigação da implementação de uma metodologia emergente no setor AEC com a gestão da inovação. Em Portugal, os estudos existentes são relacionados sobretudo com aspetos técnicos ou com a vertente informática de BIM. Há algumas explorações sobre o estado de implementação da metodologia mas questões diretamente relacionadas com a gestão da inovação nunca tinham sido aprofundadas.

A análise dos casos permitiu identificar que as empresas portuguesas estudadas percecionam a implementação da metodologia BIM de forma positiva. Ainda que com diferentes ritmos de adoção, as organizações abordadas mostram sentir-se mais próximas dos restantes intervenientes do projeto, apontando melhorias na colaboração. Revelam melhorias na produtividade e no nível de qualidade dos projetos. No entanto, o processo de difusão é demoroso e difícil, principalmente devido à falta de capacitação, à aversão à mudança verificada nos diversos níveis da estrutura empresarial e à ausência de uma linguagem comum. O trabalho da CT197 tem sido fundamental no avanço da difusão da metodologia em Portugal. No entanto, o contributo do Estado está aquém das expectativas. As empresas reconhecem neste organismo um forte contributo para a legislação e normalização, recomendação da utilização, obrigatoriedade de uso em obras públicas, apoio à formação e apoios financeiros ao investimento.

Relativamente à contribuição de BIM para a promoção da inovação na indústria da Construção portuguesa, consensualmente, foi dada ênfase à promoção da colaboração entre os vários intervenientes, assim como à importância do desenvolvimento de uma linguagem comum. Esta metodologia veio também ajudar a promover o trabalho em equipa entre elementos do mesmo projeto, a melhorar processos e a antecipar erros e omissões. Como consequência, há um maior rigor e controlo em termos de custos e de prazos, o que também se traduz numa melhoria da relação com o cliente. Salientam-se, no entanto, problemas de enquadramento legal, na medida em que o país ainda não tem normas próprias para a utilização da metodologia.

7.2. Limitações e propostas de investigação futura

Por forma a obter informações relacionadas com a metodologia, foram entrevistados profissionais com perfis ligados ao BIM, o que pode levar a que a metodologia tenha sido valorizada em excesso. As empresas em estudo são de áreas diferentes e têm dimensões díspares, o que pode influenciar a sua perceção. Teria sido desejável ter acesso a, pelo menos, três casos para cada tipo de negócio.

Um dos entrevistados é um colaborador recente na empresa e outro dos profissionais abordados ocupa um cargo de gestão intermédio numa empresa de grande dimensão, o que pode ter limitado a visão global sobre a implementação da metodologia

nas empresas em estudo. A maioria são consultores de BIM ou ocupam cargos relacionados com esta metodologia fora das empresas analisadas, proporcionando-lhes uma perspetiva abrangente da implementação de BIM que pode ter influenciado o seu contributo.

Esta dissertação permitiu identificar que a metodologia BIM pode ser encarada como uma inovação sistémica na perspetiva das empresas analisadas, no entanto, há outras investigações que podem ser feitas. Recomenda-se o estudo dos vários grupos de profissionais que estão ligados à adoção gestão e aplicação de BIM, por forma a perceber os pontos de vista de pessoas com diferentes funções dentro das empresas. Sugere-se também a investigação de todos os intervenientes de um único projeto BIM, com o intuito de explorar a perspetiva dos diversos atores no contexto do mesmo trabalho. Pode ainda ser aprofundada a análise das vantagens e as desvantagens de BIM nas empresas portuguesas. Por último, recomenda-se que, em investigações futuras seja estudado o impacto de BIM nos fabricantes de componentes dos edifícios, por forma a estudar de que forma esta metodologia influenciou o seu negócio.

Referências bibliográficas

- Abernathy, W. J., e Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research policy*, 14(1), 3-22. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(85\)90021-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(85)90021-6) [Acesso em: 13/07/2019]
- Andrade L., Plowman D. e Duchon, D. (2008). Getting past conflict resolution: A complexity view of conflict. *Emergence: Complexity and Organization*, 10, 23–38. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1064&context=managementfacpub> [Acesso em: 27/06/2018]
- Arayici, Y., Egbu, C. e Coates, P. (2012). Building Information Modelling (BIM) implementation and remote construction projects: Issues, challenges and critiques. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 17. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2012/5> [Acesso em: 27/06/2018]
- Audier, A., Lahet, J., Laubier, R., Guenot, M. e Wunder, M. (2017). The BIM Revolution Comes to Building Materials. *Boston Consulting Group*. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2017/process-industries-engineered-products-bim-revolution-comes-building-materials.aspx> [Acesso em: 18/06/2018].
- Augenbroe, G. (2009). Applying process rigour to the use of BIM in building design teams: a review of three technologies in: Baldwin, A, Shen, Q & Brandon, P. Eds. *Collaborative Construction Information Management*. London: Spon Press.
- Azhar, S., Khalfan, M. e Maqsood, T. (2015). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Construction Economics and Building*, 12, 15-28.
- Backes, D., Thomson, C., Malki-Epshtein, L. e Boehm, J. (2014). *Green BIM: Advancing operational understanding of historical buildings with BIM to support sustainable use*. UCL (University College London).
- BCA (2013). Singapore BIM Guide. *Building and Construction Authority*, Singapore. Disponível em: <https://www.corenet.gov.sg/general/bim-guides/singapore-bim-guide-version-20.aspx> [Acesso em: 09/09/2019].
- Benkler, Y. (2011). Networks of power, degrees of freedom. *International Journal of Communication*, Vol. 5, pp. 721-755.
- Boon, J. e Prigg, C. (2012). Evolution of quantity surveying practice in the use of BIM - the New Zealand experience. Montreal, Canada, *CIB*, pp. 84-98.

- Briscoe, G., Dainty, A., Millett, S. e Neale, R. (2004). Client-led strategies for construction supply chain improvement. *Construction Management and Economics*, 22(2), 193-201.
- Bröring, S. (2008). How systemic innovations require alterations along the entire supply chain: The case of animal-derived functional foods. *Journal on Chain and Network Science*, 8(2), 107-119.
- Carreiró, D. (2017). *Aplicação da Metodologia BIM a um Caso de Estudo através do software Autodesk Navisworks*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Carvalho, P. (2016). *Análise estatística do estado de implementação da tecnologia BIM no setor da construção em Portugal*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/images/Tese_Pedro_Carvalho.pdf [Acesso em: 17/06/2018]
- CEN/TC422 (2019). Standards CEN. Disponível em: <https://standards.cen.eu/> [Acesso em: 09/09/2019].
- Chang, C-Y, Pan, W. e Howard, R. (2017). Impact of building information modeling implementation on the acceptance of integrated delivery systems: Structural equation modeling analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Comissão Técnica 197 (2019). CT197. Disponível em: <http://www.ct197.pt/> [Acesso em: 09/09/2019].
- Davies, K., Wilkinson, S. e McMeel, D. (2017). A review of specialist role definitions in BIM guides and standards. *Journal of Information Technology in Construction* 22, 185–203. Disponível em: <http://www.itcon.org/2017/10> [Acesso em: 12/09/2019]
- Deloitte (2018). Plano Estratégico de Inovação e Competitividade 2030 para o Setor AEC. Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção. Disponível em: <https://www.ptpc.pt/index.php/pt/documentos-associacao/> [Acesso em: 08/10/2019]
- Dewar, R. e Dutton, J. (1986). The adoption of radical and incremental innovations: An empirical analysis. *Management Science*, 32: 1422-1433.
- Eadie, R., Odeyinka, H., Brown, M., Mckeown, C. e Yohanis, M. (2013). An analysis of the drivers for adopting building information modeling. *ITCON*, 18, pp. 338-352. Disponível em: <http://www.itcon.org/2013/17> [Acesso: 15/12/2018]
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
- Eisenhardt, K. M. (1991). Better Stories and Better Constructs: The case for rigor and

- comparative logic. *Academy of Management Review*, 16(3), 620-627.
- Fagerberg, J. (2003). *Innovation: a Guide to the Literature*. In J. Fagerberg, D. Mowery, & R. R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press, 1-22.
- Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas (2019). *Vendas no mercado Imobiliário recuperam para valores anteriores à crise internacional*, Setembro 2019. Disponível em: <http://www.fepicop.pt/index.php?id=21> [Acesso em: 08/10/2019]
- Goedert, J. e Meadati, P. (2008). Integrating construction process documentation into building information modeling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134, pp. 509 – 516. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2008\)134:7\(509\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2008)134:7(509)) [Acesso: 10/03/2019]
- Emmitt, S. e Gorse, C. (2007). *Communication in Construction Teams*. Taylor & Francis, London.
- Hamid, M., Tolba, O. e El Antably, A. (2018). BIM semantics for digital fabrication: A knowledge-based approach. *Automation in Construction*, 91, 62–82. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.031> [Acesso: 13/10/2019]
- Henderson, R. e Clark, K. (1990). *Architectural innovation: The reconfiguration of existing*. *Administrative science quarterly*, 35(1), 9-30.
- Hollander, S. (1965). *The sources of increased efficiency: A study of DuPont rayon plants*. MIT Press Books, 1.
- Issitt, M. (2019). Building Information Modeling (BIM). *Salem Press Encyclopedia*. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,shib,uid&db=ers&AN=100259545&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site> [Acesso em: 12/12/2018]
- Jacobsson, M., Linderoth, H. e Rowlinson, S. (2017). The role of industry: An analytical framework to understand ICT transformation within the AEC industry. *Construction Management and Economics*, 1-16.
- Jacobsson, M. e Merschbrock, C. (2018). BIM coordinators: a review. *Engineering, Construction and Architectural Management*.

- Jiang, X. (2011). Approved for Thesis Requirement of the Master of Science Degree in Civil & Environmental Engineering. *Developments in Cost Estimating and Scheduling in BIM technology*.
- Liao, L., Teo, E. e Low, S. (2017). A project management framework for enhanced productivity performance using building information modelling. *Construction Economics and Building*, 17, 26. Disponível em: <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v17i3.5389> [Acesso em: 05/08/2019]
- Linderoth, H. (2010). Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks. *Automation in Construction*, 19(1), 66-72.
- LinkedIn (2019). LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/help/linkedin/answer/5245/sua-rede-e-os-graus-de-conexao?lang=pt> [Acedido em 16.09.2019]
- Lutzenhiser, L. e Biggart, N. (2003). *Market structure and energy efficiency: The case of new commercial buildings*. Pullman, WA: California Institute for Energy Efficiency.
- Lytras, M., Damiani, E. e de Pablos, P. (Eds.). (2008). *Web 2.0: The business model*. Springer Science & Business Media.
- Midgley, G. e Lindhult, E. (2017). *What is Systemic Innovation? Centre for Systems Studies*. Hull University Business School, 1-22.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., Huberman, M. A., e Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Murguía D., Demian, P. e Soetanto, R. (2017) *A systemic BIM innovation model in the construction supply chain*. Loughborough University Institutional Repository, 15-21.
- Nelson, R., e Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Normann R. (2001). *Reframing Business: When the Map Changes the Landscape*. Wiley, Chichester.
- OCDE. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. (Third ed.). Oslo: OCDE e Eurostat.
- OCDE. (2018). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. (Fourth ed.). Oslo: OCDE e Eurostat.
- Otero, R. (2014). *Otimização do planeamento dos trabalhos*. Universidade do Minho.

- Papadonikolaki, E., Vrijhoef, R. e Wamelink, H. (2016). The interdependences of BIM and supply chain partnering: empirical explorations. *Architectural Engineering and Design Management*, 12(6), 476-494.
- Poças, A. R. (2015). *Planeamento e controlo de projetos*. Universidade do Minho.
- Poirier, E., Forgues, D., e Staub-French, S. (2016). *Collaboration through innovation: implications for expertise in the AEC sector*. *Construction Management and Economics*, 34(11), 769–789. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2016.1206660> [Acesso em: 18/06/2018]
- RICS (2014). How can building information modelling (BIM) support the new rules of measurement (NRM). Report for Royal Institution of Chartered Surveyors. London: RICS.
- Rogers, E. (1962). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Rose, T. e Manley, K. (2014). Revisiting the adoption of innovative products on Australian road infrastructure projects. *Construction Management and Economics*, 32(9), 904-917.
- Simões, D. (2013). *Manutenção de edifícios apoiada no modelo BIM*. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145922989/Vers%C3%A3o%20Final%20Tese-Corrigida.pdf> [Acesso em: 18/06/2018]
- Singh, V. (2014). BIM and systemic ICT innovation in AEC: perceived needs and actor's degrees of freedom. *Construction Innovation*, 14(3), 292-306.
- Succar, B. e Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 64-79. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018> [Acesso em: 13/10/2018]
- Succar, B. (2008). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18, 357–375.
- Taylor, J. e Levitt, R. (2004). Understanding and managing systemic innovation in project-based industries. In: D I Cleland (Ed.) *Innovations: Project Management Research 2004*. Newton Square, PA: Project Management Institute, 83-99. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/238532290> [Acesso em: 17/03/2019]
- Thomson, C. (2016). *From Point Cloud to Building Information Model: Capturing and Processing Survey Data Towards Automation for High Quality 3D Models to Aid a BIM Process*. University College London.

- Uhm, M., Lee, G. e Jeon, B. (2017). An analysis of BIM jobs and competencies based on the use of terms in the industry. *Automation in Construction*, 81, 67–98.
- Venâncio, M. (2015). *Avaliação da Implementação de BIM – Building Information Modeling em Portugal*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Wieczorek, A. e Hekkert, M. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74-87.
- World Economic Forum (2016). *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology*. Cologny, Switzerland: World Economic Forum.
- Yin, R. (1994). *Chapter 2: Designing Case Studies*. In *Case Study Research - Design and Methods* (2nd Edition). EUA: Sage Publications, 18–53.
- Yin, R. (2009). *Case study research: design and methods*. *Applied social research methods series*. Volume 5. EUA: Sage Publications.
- Yin, R. (2013). *Validity and generalization in future case study evaluations*. *Evaluation*, 19(3), 321–332.
- Yin, R. (2014). *Case study research: design and methods (6th Edition)*. EUA: Sage Publications.

Anexos

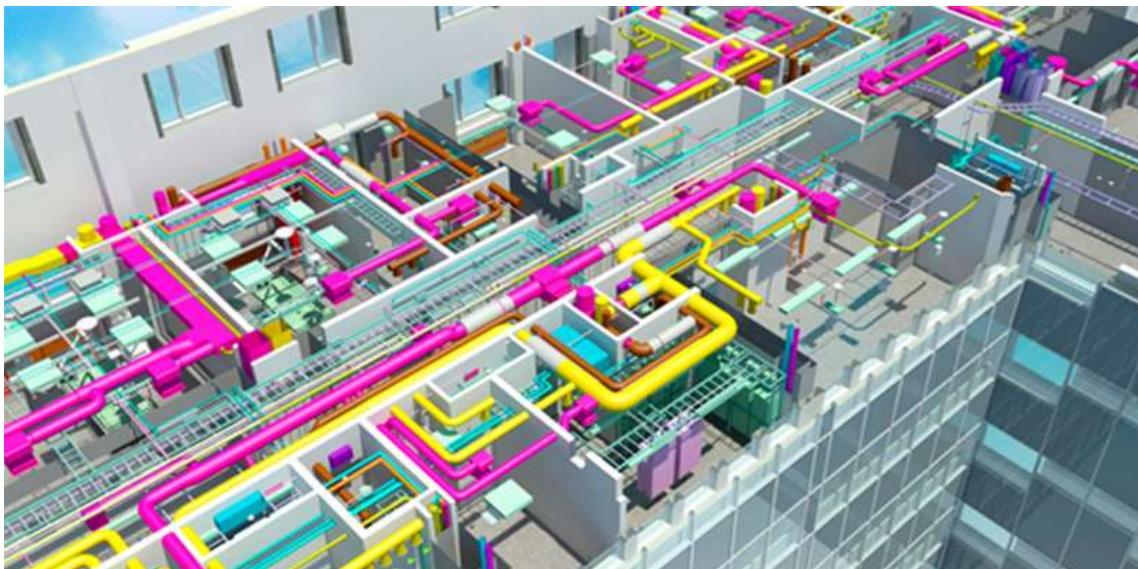
A1- Imagens sobre BIM

Aspeto de projeto na Metodologia BIM vs Metodologia tradicional



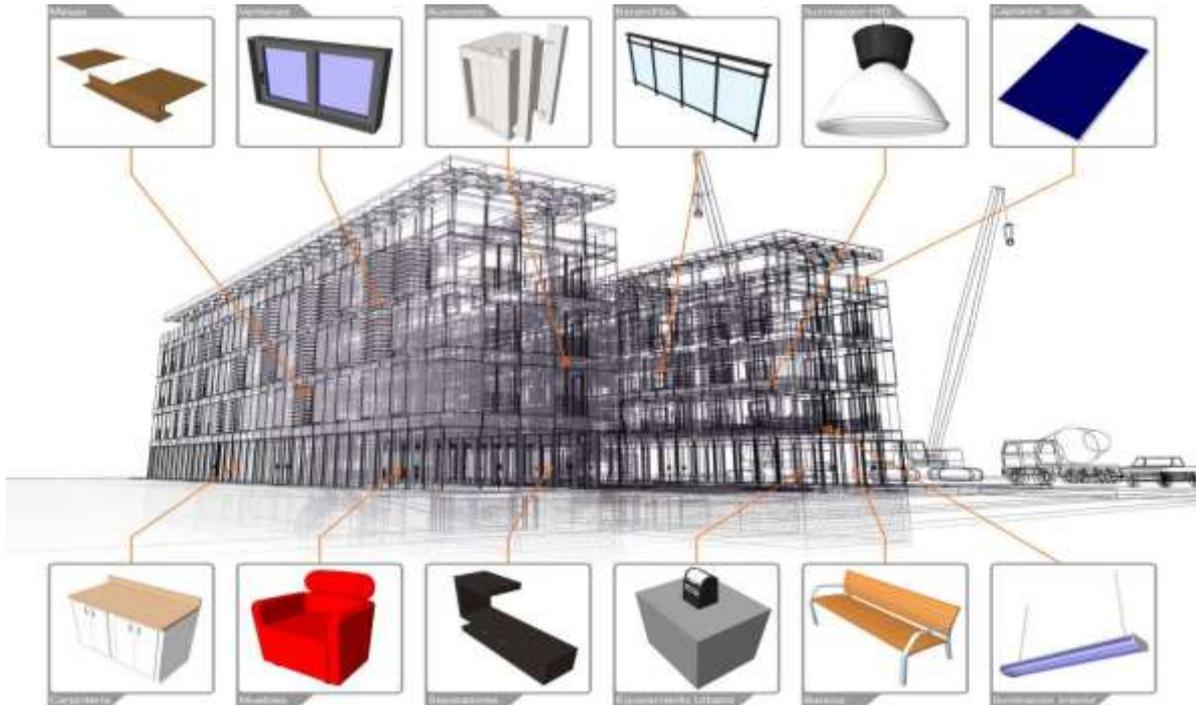
Fonte: <http://www.iceboatstudio.com/blogs/bim-vs-cad/>
Acedido em: 07/10/2019

Exemplo de projeto feito em BIM



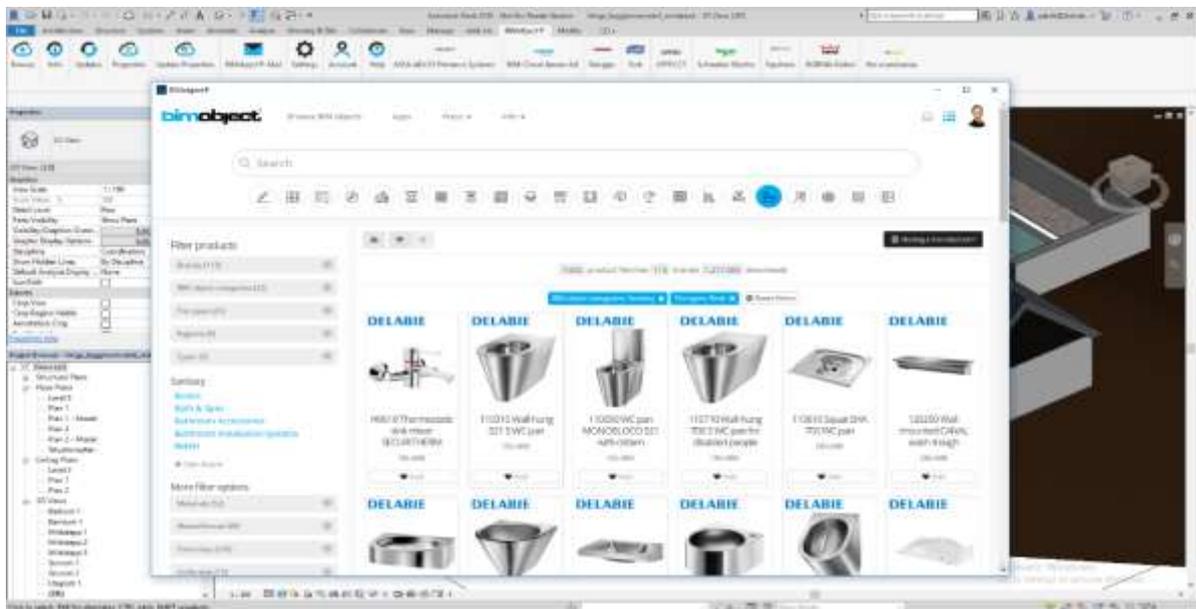
Fonte: <https://www.arcoweb.com.br/noticias/arquitetura/abnt-e-abdi-lancam-catalogo-de-normas-aplicaveis-ao-bim>
Acedido em: 07/10/2019

Objetos que podem ser inseridos nos projetos BIM



Fonte: <https://bimchannel.net/es/objetos-bim-componentes-bloques-3d/>
Acedido em: 07/10/2019

Seleção de objetos BIM para o modelo



Fonte: <https://apps.autodesk.com/RVT/en/Detail/Index?id=1672242958568176844&appLang=en&os=Win64>
Acedido em: 07/10/2019

A2 - Guião da entrevista

Secção 1 - Estado de implementação e perceção de valor

1. Quando ocorreu a implementação de BIM?
2. Até agora, qual é o balanço que faz sobre a implementação?
3. Quem são os impulsionadores de BIM dentro da empresa?
4. Qual é a posição dos utilizadores face à adoção de BIM?
5. Qual é a posição dos gestores de topo relativamente à implementação?
6. Considera que BIM é um fator crítico de sucesso da empresa onde trabalha?

Secção 2 - Motivações e obstáculos

7. Quais foram as principais barreiras que se colocaram na adoção de BIM?
8. Quais foram as motivações que levaram a empresa onde trabalha a adotar o BIM?

Secção 3 - Efeitos da utilização de BIM

9. A introdução de BIM gerou necessidade de criar, mudar e/ou eliminar determinadas funções dentro da empresa?
10. Com a implementação de BIM, as relações que estabelecem com os vossos parceiros alteraram-se?
11. Com a introdução de BIM, os subcontratos que fazem mudaram de alguma forma?

Secção 4 - Clientes

12. Que tipo de clientes solicitam BIM nos seus projetos?
13. Em geral, os clientes reconhecem o valor de BIM?
14. O preço que praticado em projetos feitos em BIM é superior?

Secção 5 - O papel do Estado

15. Considera que o Estado tem ou deveria ter um papel importante no avanço da implementação de BIM?
16. Usufruíram de algum tipo de incentivo financeiro para implementar BIM?

A3 - Tabela 1 - Definição dos parâmetros de estudo

Parâmetros	Descrição
Alvo	Empresas portuguesas de Arquitetura, Engenharia e Construção que estejam em fase de implementação ou já tenham implementado BIM
Atores	BIM Manager e BIM Coordinator
Eventos	Adoção da metodologia BIM
Processos	Processo de implementação de BIM

Fonte: Adaptado de Miles e Huberman (1994).

A4 - Tabela 2 - Protocolo

Tarefas	Ações	Atividades a realizar
Seleção dos casos	Critérios de seleção	Empresas portuguesas de Arquitetura, Engenharia e Construção que já tenham implementado BIM ou que estejam em fase de implementação
		Perfil do entrevistado ligado à gestão desta inovação e à vertente técnica de BIM, idealmente, BIM Manager.
	Interações com as empresas	Pedido de colaboração através do LinkedIn
		Agendamento das entrevistas
		Envio de email para formalização da colaboração
		Solicitação de informações adicionais consideradas relevantes
Fontes de informação	Recolha de informação	Pesquisa de notícias em jornais online e na web
		Desenvolvimento do guião de entrevista
		Pesquisa no site das empresas selecionadas
		Análise do perfil do entrevistado através do LinkedIn
Construção dos casos de estudo	Cronograma	A recolha de informações iniciou em julho de 2019
		As entrevistas foram realizadas durante os meses de agosto e setembro de 2019
	Preparação dos dados	Construção dos casos de estudo com base nas entrevistas e noutras fontes
		Pedido de esclarecimentos adicionais
	Análise dos dados	Análise da possibilidade de estabelecer padrões comuns entre os casos
		Análise das diferenças entre os casos
		Análise dos casos com base na revisão de literatura
	Discussão dos casos de estudo	A discussão dos casos baseou-se em cruzar os dados recolhidos nas entrevistas e interações tidas com a revisão da literatura apresentada anteriormente
Outros	Recolha de feedback	Envio do documento para aprovação dos entrevistados

Fonte: Adaptado (Yin, 2009).

A5 - Tabela 3 - Garantia da validade da informação

Critérios	Técnicas aplicadas
Validade do construto	Triangulação da informação Revisão da informação tratada pelos entrevistados
Validade interna	Esforço para a identificação de padrões Explicação das relações identificadas
Validade externa	Uso da replicação nos vários casos
Confiabilidade	Utilização de protocolo para estudo de casos Registo de todas as informações

Fonte: Adaptado de Yin (2009).

A6 - Tabela 4 - Dados sobre as entrevistas

Empresa	Entrevistado	Função	Forma	Data	Duração
Dupla	Miguel Jerónimo	Sócio e BIM Manager	Presencial	10/set/19	1:50h
Newton	José Carlos Lino	Sócio	Skype	15/ago/19	2:00h
TPF	Luís Ribeirinho	BIM Manager	Presencial	19/ago/19	1:15h
Quadrante	Ricardo Carvalho	BIM Manager	Skype	3/set/19	1:10h
“Constxpto”	“João Neves”	BIM Coordinator	Presencial	13/set/19	1:00h

Fonte: Elaboração própria.

A7 - Tabela 5 - Dados das empresas em análise

Empresa	Atividade	Dimensão	Volume de negócios	Ano de implementação
<i>Dupla</i>	Arquitetura	6 Colaboradores	(Não disponível)	2001
<i>Newton</i>	Engenharia	12 Colaboradores	€527 mil	2005
<i>TPF</i>	Engenharia e Arquitetura	310 Colaboradores	€30 milhões	2014
<i>Quadrante</i>	Engenharia e Arquitetura	170 Colaboradores	€7 milhões	2014
<i>“Constxpto”</i>	Engenharia e Construção	10.500 Colaboradores	€874 milhões	2016

Fonte: Elaboração própria.

A8 - Tabela 6 - Resumo da Questão de Investigação 1

Fonte: Elaboração própria.

	<i>Dupla</i>	<i>Newton</i>	<i>TPF</i>	<i>Quadrante</i>	<i>“Constxpto”</i>
Motivações	<ul style="list-style-type: none"> • Compatibilização e interoperabilidade • Escassez de mão-de-obra especializada 	<ul style="list-style-type: none"> • Inovar • Vantagens da metodologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Vantagens da metodologia • Capacidade de resposta 	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez de mão-de-obra especializada • Inovar • Capacidade de resposta 	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação tecnológica • Custos e prazos • Soluções mais eficientes
Desafios	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade não reconhecida • Desconhecimento da metodologia • Arquitetos juniores não têm conhecimentos de construção 	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade não reconhecida • Relutância em partilhar informação • Aversão à mudança 	<ul style="list-style-type: none"> • Aversão à mudança • Desconhecimento da metodologia • Limitações de hardware e software 	<ul style="list-style-type: none"> • Aversão à mudança • Desconhecimento da metodologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Aversão à mudança • Custos de software e hardware
Clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Não requisitam BIM • Não reconhecem as mais-valias 	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitam por questões de controlo ou de Marketing • Não reconhecem as mais-valias 	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades nacionais públicas e em obras grandes • Alguns reconhecem as mais-valias 	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes nacionais e internacionais • Reconhecem as mais-valias 	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes nacionais e internacionais • Reconhecem as mais-valias
Relações com terceiros	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos com duração insuficiente para amadurecer as relações 	<ul style="list-style-type: none"> • Convencer os parceiros a adotar BIM • Lacunas na contratação • Falta de capacitação dos municípios 	<ul style="list-style-type: none"> • Preservam as relações existentes • Têm novos parceiros devido a BIM 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades na comunicação • Perspetivas diferentes entre fornecedores e projetistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Relação colaborativa com os parceiros • Adoção do PEB
Papel do Estado	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de BIM no ordenamento do território (principalmente as autarquias) • Intervir na contratação 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar legislação • Apoiar a formação • Criar linhas de apoio ao investimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Exigir BIM nas obras públicas de grande dimensão 	<ul style="list-style-type: none"> • Só pode intervir em caso de anarquia • Criar diretivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Criar normas • BIM será obrigatório nos próximos anos