



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Utilização de BIM na definição de estratégias para a reabilitação de edifícios

Relatório apresentado para cumprimento dos requisitos da unidade curricular
“Dissertação em Reabilitação Estrutural I” do Curso de Mestrado em Reabilitação
de Edifícios

Autor

Carlos Manuel Rodrigues Pimenta

Orientadores

Hugo Filipe Pinheiro Rodrigues

Ricardo Joel Teixeira Costa

Este relatório é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correcções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

Coimbra, Julho, 2016

ÍNDICE

1 ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.1 BIM em projetos de Reabilitação	3
2 OBJETO E OBJETIVOS DO ESTUDO	5
2.1 Objectivo do Estudo	5
2.2 Questões a investigar	5
2.3 Hipóteses / expectativas de sucesso.....	5
3 METODOLOGIA DO TRABALHO E RECURSOS NECESSÁRIOS	7
3.1 Recursos necessários:	7
4 PLANO DE TRABALHOS	8
5 BIBLIOGRAFIA	10

1 ENQUADRAMENTO GERAL

Hoje em dia a tecnologia de informação está presente no ciclo de vida do sector AEC no entanto muitas vezes o seu uso é apenas parcial, isolado e com lacunas na dinâmica entre diferentes sistemas o que limita os ganhos obtidos. É neste contexto que surge o BIM, podendo este termo significar Building Information Modeling ou Building Information Model (Pina, 2015). A primeira designação refere-se ao desenvolvimento e utilização de software para simular as edificações. Enquanto que a segunda refere-se ao resultado da primeira, onde se obtém uma base de dados bastante completa e orientada que constitui uma infraestrutura, onde os dados podem ser extraídos consoante os requisitos e necessidades dos stakeholders (AGC, 2005).

A metodologia Building Integrated Modeling, segundo a ISO 29481-1: pode ser definida como o uso de uma representação partilhada digital de um objecto, de modo a facilitar o projecto, construção e processos de operação para formar uma base confiável de apoio à tomada de decisão. De um modo geral com BIM é possível caracterizar a geometria, as informações geográficas, as quantidades e as propriedades dos elementos de uma construção e ainda fornecer uma estimativa de custos dos materiais. Por isso BIM é muito mais que a criação de um modelo 3D uma vez que pode existir bastante informação associada a cada elemento representado no modelo.

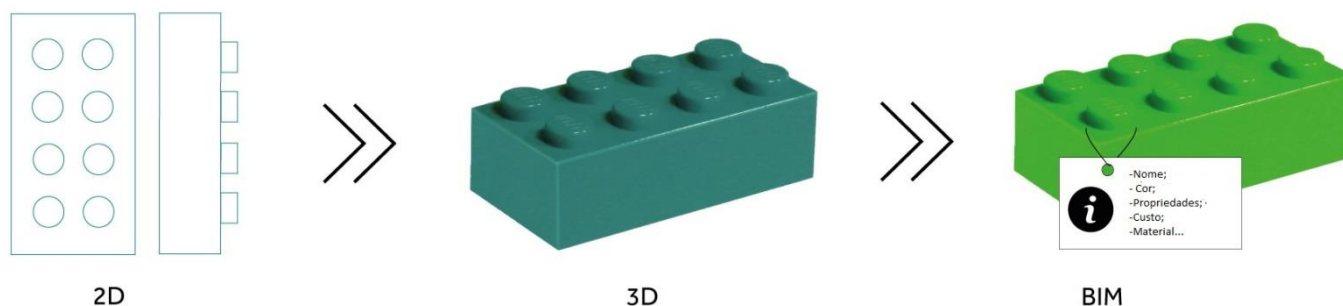


Figura1-Analogia ilustrativa do modelo de informação da construção (BIM)

Atualmente, os projectos de construção são cada vez mais complexos e difíceis de gerir (Alshawi, 2003). Um dos grandes desafios é a recíproca interdependência entre os diferentes intervenientes na fase de projecto como fornecedores, arquitectos, engenheiros, advogados, empreiteiros entre outros (Clough et al, 2008). A participação dos vários intervenientes assenta e depende da partilha e troca de dados complexos, pelo que a má gestão e deficiente partilha de informação tem sido uma das maiores preocupações na indústria da construção ao longo dos tempos (Bryde et al, 2014).

A visão holística proporcionada por BIM poderá criar a oportunidade de inverter algumas das anomalias despoletadas pela abordagem mais corrente. Destacam-se em seguida alguns dos benefícios do modelo estratégico:

- A criação de uma plataforma integrada com toda a informação com possibilidade de acesso por parte de todos os intervenientes no processo;

- Redução de incompatibilidades entre os diferentes projectos, minimizando assim erros e omissões;

- Possibilidade de testar as características do edifício no modelo virtual antes do início da construção;

- Controlo do planeamento e orçamentação;

- Reposição das alterações realizadas no decurso da obra e a consequente manutenção do edificado e a sua sustentabilidade, majorando assim o ciclo de vida da construção.

À utilização desta metodologia estão ainda associadas reduções no tempo de orçamentação, dos trabalhos não orçamentados, dos custos associados à resolução de conflitos e ainda do tempo da obra (Kunz e Fischer, 2012).

Todas estas vantagens tornam interessante a aplicação de BIM no caso particular da reabilitação de edifícios até porque, nos dias de hoje, com a oferta excessiva do mercado, a tendência de novas construções provavelmente manter-se-à em baixa (Estatísticas da Construção e Habitação 2014) por conseguinte a reabilitação vem sendo cada vez mais encarada como uma alternativa á construção nova com inúmeras vantagens, tanto económicas como ambientais, devido em parte ao aproveitamento de recursos existentes. No entanto existem também alguns constrangimentos, nomeadamente a falta de informação disponível em edifícios existentes, que podem levar a uma maior perda de tempo e recursos e a uma ineficaz gestão de projeto (Kunz e Fischer, 2012).

Um outro desafio da aplicação do BIM, está relacionado com a interoperabilidade, que pode ser definida como a capacidade de troca de dados entre aplicações distintas e de implementar e gerir relações colaborativas entre membros de um projeto multidisciplinar. Na sua origem estão dificuldades em abandonar o modelo tradicional e a falta de comunicação e colaboração em obras cada vez mais complexas, com menores prazos e maior exigência de qualidade (Bryde et al., 2013).

Na indústria da construção, o projeto e a construção são trabalhos de equipa, sendo que cada interveniente das diferentes especialidades é suportado pelos seus próprios softwares e aplicações informáticas. A interoperabilidade é a capacidade dos sistemas comunicarem eficientemente entre si. Esta identifica a necessidade de passar dados entre aplicações e elimina a necessidade de repetir a introdução de dados já concebidos (Eastman et al. 2008).

Com todas as potencialidades vistas anteriormente, que tornam a metodologia BIM tão interessante de explorar, torna-se importante compreender melhor o seu funcionamento, aplicabilidade e as suas limitações de modo a supera-las para que o processo BIM se torne

numa mais-valia e numa ferramenta útil para criar modos mais expeditos e sustentáveis de reabilitar edifícios.

1.1 BIM em projetos de Reabilitação

A maioria dos trabalhos de investigação na área do BIM que têm sido feitos até ao momento, têm sido com foco principal nas novas construções, começando agora a haver um interesse em estudar a aplicação desta metodologia na reabilitação de edifícios existentes, reconhecendo-se ainda alguma falta de conhecimento nesta área.

O BIM é uma metodologia que tem como objetivo criar várias bases de dados relevantes para um determinado projeto, centralizá-las e mantê-las durante todo o seu ciclo de vida, promovendo, ao mesmo tempo, o acesso a todos os seus intervenientes de forma fácil, expedita e rápida (Eastman et al., 2008).

Na fase da construção, o gestor da obra pode acompanhar toda a evolução do projeto através do modelo, o encarregado reporta o trabalho realizado, selecionando os elementos em questão diretamente no modelo BIM podendo os elementos ser selecionados em 2D, em 3D, por meio de atividades do projeto ou ainda por partes do edifício. A partir daqui o modelo tem capacidade para calcular automaticamente a quantidade de materiais consumidos e gerar projeções futuras. Deste modo, o gestor da obra pode comparar o custo previsto com o realizado e o cliente pode ser informado sobre o andamento do próprio projeto (Babic et al., 2010).

O fluxograma seguinte pretende mostrar os possíveis caminhos de criação através do BIM em novas infraestruturas ou existentes, dependendo se se encontram disponíveis ou não (ver Figura 5) (Volk et al., 2014), este fluxograma foi adaptado para o que se pensa que poderá ser a metodologia de aplicação em obras de reabilitação.

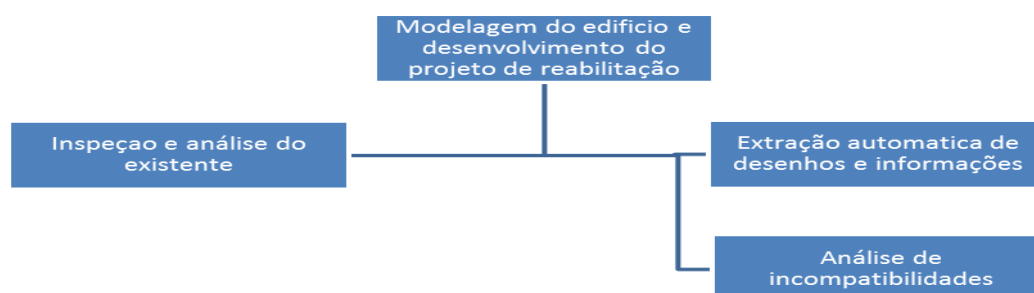


Figura 2 – Possíveis caminhos de criação de BIM (Adaptado de Volk, 2014).

Depois de modelar o edifício em BIM as mais valias, as funcionalidades e os processos do planeamento, bem como potenciais intervenções no edifício, podem ser facilmente atingidas com pequenos ajustes. Por outro lado, a dificuldade de intervir ao nível das construções existentes, quando não há um modelo BIM preexistente, reside no facto de não existir, muitas das vezes, informação disponível. Isto leva a que quem faz o modelo tenha de realizar uma auditoria prévia à infraestrutura, proceder à revisão de toda a documentação inerente à sua construção e ainda à análise das propriedades das construções anteriores, fornecendo deste modo uma base sólida para o futuro planeamento e estimativas de custos (Penttilä et al., 2007).

Nos projetos de renovação, os diferentes intervenientes na construção poderão explorar esta metodologia uma vez que ela permite uma melhor compreensão dos projetos, a identificação de incompatibilidades, o planeamento eficaz da obra, e o acompanhamento ao longo do ciclo de vida da construção. Outro dos principais benefícios do BIM é a criação de uma colaboração precoce eficaz entre os participantes. Além disso, o envolvimento precoce dos empreiteiros na fase de projeto torna possível tomar decisões mais corretas na estimativa de custos e organizar os materiais de construção. Além disso, o BIM poupa tempo na fase de desenho em comparação com outras opções, e deve ser capaz de fornecer a solução ótima, bem como as várias simulações (simulação estrutural, energética etc.).

Alguns destes aspectos são referidos no artigo “Building Information Modeling como ferramenta de visualização de realidade aumentada em obras de reabilitação – um caso de estudo” de José Clemente e Nuno Cachadinha, onde é feita a implementação da metodologia numa obra de reabilitação com elevado grau de complexidade. Nesse mesmo artigo sobressaem as opiniões de diversos intervenientes na obra que elogiam a facilidade de visualização, cooperação entre equipas, de preparação dos trabalhos e da resolução de conflitos com o modelo de informação.

A maioria dos edifícios existentes não possuem informações nem documentação em formato BIM, aliás muitos dos edifícios tradicionais existentes têm mesmo uma informação escassa e pouco atualizada face à história dos edifícios e às suas intervenções. Por esta razão, a implementação do BIM, na prática, pode ser cara no entanto ajuda a reagrupar e associar à construção informação importante através de processos de engenharia inversa.

Além disso, a reabilitação pode beneficiar desta metodologia, pois a existência de informações de construção estruturada, atualizada e confiável minimiza os erros e os riscos financeiros através de uma gestão de informação, cálculo dos custos, ou até mesmo uma otimização dos procedimentos de reabilitação. Assim o BIM surge como uma nova Tecnologia da Informação e Comunicação para resolver problemas e aumentar a produtividade também na reabilitação.

2 OBJETO E OBJETIVOS DO ESTUDO

No domínio de atividade onde a engenharia civil se insere, a implementação de tecnologias de informação (TI) no processo produtivo, em particular a utilização de modelos de informação da construção (BIM), constitui uma verdadeira mudança de paradigma numa indústria que historicamente tem sido resistente à mudança (Grieves, 2005). É por um lado, uma tecnologia 3D que visualiza o edifício ou a infraestrutura e incorpora toda a informação existente e gerada ao longo do seu ciclo de vida e, por outro, uma metodologia de trabalho mais colaborativa, que implementa processos mais ágeis e capazes de valorizar a informação gerada como até hoje não foi possível (Costa, 2015).

2.1 Objectivo do Estudo

A presente proposta de dissertação pretende contribuir para o desenvolvimento da implementação do conceito BIM na reabilitação, através da realização de um estudo de caso, de um edifício. Esse estudo terá por base a utilização do projecto de arquitectura do levantamento existente, assim como o projecto de arquitectura final, de modo a que se elabore o modelo tridimensional do mesmo. O modelo incluirá ainda detalhes no que respeita à parte estrutural e de instalações. Ter-se-á assim como objectivo principal identificar as principais vantagens e constrangimentos na utilização desta metodologia.

2.2 Questões a investigar

Este trabalho pretende encontrar uma resposta para as seguintes questões:

- Quais são as oportunidades criadas pela implementação desta nova metodologia de trabalho?
- Quais são as principais dificuldades e obstáculos ao seu bom funcionamento?
- Em que casos faz sentido recorrer a BIM no contexto da reabilitação?
- O que motiva a sua implementação?
- E ainda como deve ser feita esta abordagem?

2.3 Hipóteses / expectativas de sucesso

Espera-se com este estudo de caso comprovar que a metodologia BIM é vantajosa na visualização, na cooperação entre equipas, na preparação dos trabalhos e ainda na resolução de conflitos. Grande parte dos edifícios tradicionais existentes não possuem qualquer tipo de informação e quando a possuem pode ser escassa e pouco atualizada face à história dos

edifícios e às suas intervenções. Por esta razão, a implementação do BIM, pode tornar-se cara e ser descartada à partida em certos casos. No entanto ao ajudar a reagrupar e associar à construção informação importante, ao estrutura-la, actualiza-la e dando fiabilidade a essa mesma informação, vai minimizar os erros e riscos financeiros e permitir uma correta gestão de informação, cálculo dos custos, ou ainda da otimização dos procedimentos de reabilitação. Espera-se comprovar que o BIM surge como uma nova Tecnologia da Informação e Comunicação para resolver problemas e aumentar a produtividade nesta área da engenharia.

3 METODOLOGIA DO TRABALHO E RECURSOS NECESSÁRIOS

O trabalho será desenvolvido em 4 fases principais:

- Numa primeira fase será efectuada uma revisão bibliográfica exaustiva com a finalidade de conhecer e dominar a temática relativa a utilização do BIM na reabilitação. Apesar do reduzido trabalho disponível, pretende-se assim tirar partido do conhecimento já adquirido. Também existe a possibilidade de frequentar um curso BIM que se realizará em Lisboa.
- Na segunda fase, será identificado o caso de estudo e será construído o modelo tridimensional do edifício. Nesta fase será identificada toda a informação relativa aos projectos que são necessários, procedendo-se à sua recolha tendo em consideração as várias condicionantes existentes.
- A terceira fase consistirá na modelação das várias especialidades, em particular estruturas e instalações (MEP), que será realizada com recurso a um software de modelação, nomeadamente o Autodesk Revit 2014.
- Numa 4 fase será realizada uma avaliação sistemática sobre as vantagens da aplicação da metodologia no projeto. Desde a fase de concepção, planeamento de obra e medições e gestão do ciclo de vida da construção final.

Posteriormente analisar-se-ão os resultados obtidos e proceder-se-á ao tratamento de dados, serão ainda formuladas as conclusões tiradas consoante os resultados do caso de estudo.

3.1 Recursos necessários:

- Bibliografia diversa;
- Licenças académicas das principais aplicações BIM disponíveis no mercado;
- Curso BIM em Lisboa que se desenvolve durante 8 semanas consecutivas. Contempla, de uma forma genérica, aulas teórico-práticas (TP) às 6^{as} feiras de manhã (9h-12h30), aulas práticas dirigidas por formadores às 6^{as} feiras de tarde (14h30-18h) e aulas práticas tutoriais aos sábados de manhã (9h-12h30).
 - 28 horas de formação teórico-prática;
 - 55 horas de formação prática aplicada
 - 7 horas de contacto com fornecedores de software comercial.
- Computador portátil capaz de suportar requisitos do software;
- Oportunidade de trabalhar num caso prático de aplicação BIM na reabilitação.

4 PLANO DE TRABALHOS

De modo a cumprir os objectivos e metodologia enumerados anteriormente neste relatório prevê-se o seguinte plano de trabalhos:

-Pesquisa, recolha e revisão bibliográfica exaustiva com a finalidade de conhecer e dominar a temática relativa a utilização do BIM na reabilitação;

-Duração: 4 semanas

-Possibilidade de frequentar formação em BIM (<http://www.cursobim.com/>) que engloba todos os elementos importantes, não só de projeto e integração, mas também de verificação, conflitos, orçamentação, planeamento e simulação da construção, em software Autodesk. Curso orientado para a obtenção de competências de BIM Manager e para a implementação de metodologias BIM em empresas.

Índice geral:

- 1-Introdução ao BIM;
- 2-Modelação paramétrica;
- 3-Interoperabilidade;
- 4-Normalização BIM;
- 5-Implementação e coordenação BIM;
- 6-BIM na arquitectura;
- 7-BIM na engenharia de estruturas;
- 8-BIM nas instalações mecânicas, elétricas e hidráulicas;
- 9-BIM na construção e gestão de edifícios;

-Duração: 8 semanas

Definição de um caso de Estudo;

-Duração: 2 semanas

-Identificação de toda a informação, relativa aos projectos, que é necessária, procedendo-se à sua recolha tendo em consideração as várias condicionantes existentes.

Modelação Geométrica do Caso de Estudo

Duração: 7 semanas

-Construção do modelo tridimensional do edifício existente com recurso a um software de modelação, nomeadamente o Autodesk Revit 2014.

-Construção do modelo tridimensional da proposta de edifício após reabilitação;

- Análise de incompatibilidades

Modelação das várias especialidades

Duração: 7 semanas

- Modelação das várias especialidades, em particular estruturas e instalações técnicas (MEP), realizada com recurso a um software de modelação, nomeadamente o Autodesk Revit 2014.

-Análise dos resultados obtidos e conclusões.

Duração: 4 semanas

- Análise de incompatibilidade entre especialidade
- Avaliação do faseamento da obra utilizando a metodologia BIM
- Avaliação das vantagens e desvantagens da Aplicação desta Metodologia
- Explorar a possibilidade e vantagens da aplicação do Modelo BIM na Gestão do ciclo de vida

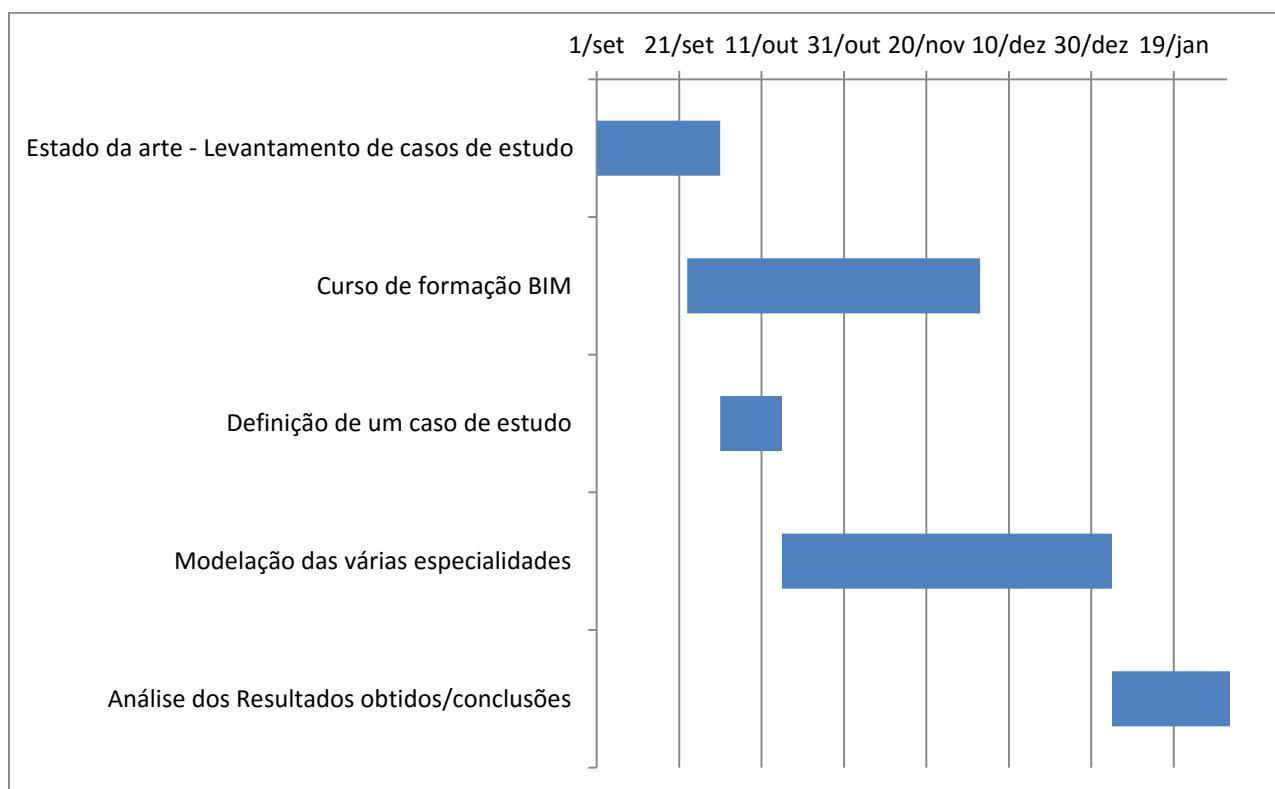


Figura 3 – Plano de trabalhos proposto.

5 BIBLIOGRAFIA

Associated General Contractors of America. (2005). *The Contractor's Guide to BIM*, 1ª edição. AGC Research Foundation, Las Vegas, Nevada.

Babic, N., Podbreznik, P., Rebolj, D. (2010). Integrating resource production and construction using BIM. *Automation in Construction*, 19, 539-543. doi:10.1016/j.autcon.2009.11.005

Bryde et al (2013) "The project benefits of Building Information Modelling (BIM), *International Journal of Project Management* 31(7):971-980 · October 2013

Bryde, D., Broquetas, M. & Volm, J.M., 2014. ScienceDirect The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *JPMA*, 31(7), pp.971–980. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>.

Clough, R.H., Sears, G.A., Sears, S.K., 2008. *Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management*. Wiley, New Jersey.

Costa, A.A., 2015. BIM – Building Information Modeling – A digitalização da construção na Europa e o papel central do BIM. *Construção Magazine*, 69, pp.4–5.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2008). *BIM handbook a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey: John Wiley and Sons Ltd.

Eastman, C, Eastman, CM Teicholz, P. Sacks, R, Liston, K (2011) *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*- July 2011

Grieves, M., 2005. *Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking: Driving the Next Generation of Lean Thinking: Driving the Next Generation of Lean Thinking.* , pp.278–280.

Kunz, J., Fischer, M. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. Center For Integrated Facility Engineering, Stanford University.

Pina, H. (2015). Metodologia BIM na Gestão da Manutenção de uma Estação Elevatória, Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro.

Volk, R., Stengel, J., and Schultmann, F. (2014). "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs." *Automation in Construction*, 38(0), 109-127, 2014

José Clemente e Nuno Cachadinha (2012) - "Building Information Modeling como ferramenta de visualização de realidade aumentada em obras de reabilitação – um caso de estudo" Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2012

João Pedro de Castro Parreira (2013) " Implementação BIM nos processos organizacionais em empresas de construção – um caso de estudo." Dissertação para obtenção do Grau Mestre em Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 2013