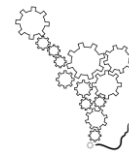




www.relainep.ufpr.br



BENEFITS OF IMPLEMENTING THE BIM METHOD IN WORK PLANNING AND MANAGEMENT

BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO BIM NO PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS

Matheus B. Góes^{1✉}, Claudiano L. Rioga¹, Isadora L. A. Campos¹, Luiza D. Freitas¹, Sheila J. Barbosa¹, Flávio T. Souza¹

¹Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais/MG, Brasil

✉ matheusbarretog@hotmail.com

Recebido: 30 outubro 2020 / Aceito: 03 dezembro 2020 / Publicado: 14 dezembro 2020

ABSTRACT

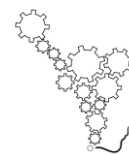
The Project integration is a way to minimize incompatibilities that are only identified in the construction site, having in mind that many professionals and companies works in a segmented way. BIM is an efficient method that allows the architecture and complementary projects to be done simultaneously, looking for an analyze optimization of the activities. However, the implementation of BIM demands conformation, and have different stages that are related to communication, multidisciplinary, network integration and multitude of talents. As a positive aspect, the methodology allows the sharing of a single digital model that specify all the building project steps, establishing a shorter deadline, better productivity and economy. However, some challenges like the lack of experience and qualification of the users together with others factors like the cost of the technology implementation in companies are barriers to the correct implementation of the platform. It is possible to say, by the bibliography analyses quoted in this review, that the BIM methodology have been gradually used by professionals in the area of architecture, engineering and construction, and have proven benefits, despite of the fact that Brazil is still in the beginning phase, compared to other countries.

Keywords: BIM Methodology, Compatibility, Management, Project Management, Planning

RESUMO

A integração de projetos é um modo de minimizar incompatibilidades que só são identificadas no canteiro de obras, visto que, muitos profissionais e empresas trabalham de forma segmentada. O BIM (Building Information Modeling) é um método eficiente que possibilita que o projeto de arquitetura e os complementares sejam realizados simultaneamente, visando a otimização de análise das atividades a serem desenvolvidas. No entanto, a implementação do BIM demanda adaptações e possui diferentes estágios que estão relacionados à comunicação, multidisciplinaridade, integração em rede e multiplicidade de talentos. Como aspecto positivo a metodologia possibilita o compartilhamento de um único modelo digital que especifica todas as etapas de projeto da edificação, estabelecendo menor prazo, maior produtividade e economia. Entretanto, alguns desafios como a falta de experiência e qualificação dos usuários aliada a outros fatores como os custos necessários para implantação da tecnologia em empresas são barreiras para a implantação completa da plataforma. Através da análise das bibliografias citadas neste estudo, pode-se inferir que a metodologia BIM gradativamente está sendo adotada pelos profissionais de arquitetura, engenharia e construção, e possui seus benefícios comprovados, apesar de, em relação a outros países o Brasil ainda se encontrar em fase inicial de desenvolvimento da tecnologia.

Palavras-chave: Metodologia BIM, Compatibilização, Gerenciamento, Gestão de Projetos, Planejamento



1 INTRODUÇÃO

Ao contrário de outras indústrias, na de construção civil não é possível criar linhas de montagem que se tornem mais eficientes e rentáveis ao longo do tempo como acontece na confecção de um produto feito em série. Cada projeto e cada empreitada são únicos, mesmo que existam semelhanças entre eles. (SILVA, 2012)

Nesse sentido, muitos profissionais de AEC (arquitetura, engenharia e construção) continuam a trabalhar de forma segmentada. Para Manzione e Melhado (2014), o BIM, no Brasil, ainda está em fase inicial, uma vez que, embora haja trocas entre as equipes de projeto, elas ainda continuam trabalhando de forma individualizada, tornando a fase de planejamento projetual bastante penosa.

Essa individualização acaba gerando a segmentação das etapas de projeto e, por sua vez, ocasionam incompatibilidades que muitas vezes só são percebidas no canteiro de obras. Conforme observado por Costa (2013) *apud* Maciel e Melhado (1996), os erros durante a fase de projeto são responsáveis por 60% das patologias nas edificações.

Dessa forma, a compatibilização de projetos é uma maneira de minimizar as interferências entre as especialidades, mas como essa técnica é feita a olho nu, observando os detalhes de projeto de cada área e visando um ajuste entre eles, ainda há muitas falhas, uma vez que algumas particularidades só são notadas em vistas tridimensionais (COSTA, 2013).

Um método mais eficiente que a compatibilização, mas ainda pouco utilizado no Brasil, é o BIM (Building Information Modeling) que permite que o projeto de arquitetura e os complementares sejam feitos de forma simultânea. Para Carneiro (2019) *apud* Menezes (2011), esse conceito otimiza a sequência de análise das atividades por meio de simulações virtuais, permite a confecção de modelos tridimensionais precisos e capazes de prever as fases da construção, a gestão orçamentária da obra além do cálculo energético e da gestão eficiente de resíduos.

Para Ruschel et al. (2013), o termo BIM, ou modelagem da Informação da Construção, não traduz satisfatoriamente o que de fato está por trás desse nome. A compatibilização manual de projetos que era baseada na bidimensionalidade de ferramentas de sistema CAD (*Computer Aided Design*), na esfera BIM passa a ser realizada por modelos tridimensionais, pleno de informações sobre as edificações, possibilitando aos profissionais AEC processos de



projeto, canteiro de obras e processos de operação e manutenção, o que torna inquestionável a grande evolução no entendimento de todo o processo projetual e construtivo.

Ruschel et al (2013) *apud* Eastman (2008) asseguram que vários clientes estão exigindo práticas baseadas no BIM, o que demanda um novo tipo de profissional e, nesse sentido, as universidades têm papel fundamental para garantir novas posturas e práticas projetuais que valorizem novos processos de projetos e de construção.

2 MÉTODO

A metodologia deste trabalho consistiu em uma análise bibliográfica de artigos e dissertações sobre a temática abordada, criando arcabouço teórico para posterior análise de pontos positivos e negativos da implementação da metodologia BIM nos projetos de arquitetura e engenharia.

2.1 HISTÓRIA DO BIM

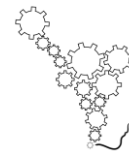
O primeiro termo sobre BIM surgiu em 1974 por Charles Eastman e sua equipe. Inicialmente era chamado de BDS, *Building Description System*, e em 1986 foi registrado pela primeira vez o termo Building Modeling (GASPAR e RUSCHEL, 2017).

De acordo com Gaspar (2019), em 1989 surge o termo *Building Information Model* no relatório “*An Object-Oriented Environment for Representing Building Design and Construction Data*”. E segundo esse documento, *Building Information Model* seria um modelo

Capaz de identificar os objetos físicos (geometria, localização e material) que o constituem, como se encaixam em sistemas funcionais dentro do edifício, como seus atributos são influenciados pela sua forma e por outros sistemas, e de quais espaços abstratos (salas, andares etc.) eles são parte (GARRETT Jr.; BASTEN; BRESLIN, 1989, p.6, tradução de GASPAR, 2019).

Em 1992, o termo aparece no artigo *Automation in Construction* dos professores G.A. Van Nederveen e F. Tolman, e em 2002, surge o acrônimo BIM associado ao termo *Building Information Modeling* em Laiserin (2002) (GASPAR, 2019).

Ruschel et al. (2013) *apud* Eastman et al. (2008) sugerem diretrizes para a implementação do BIM, propondo ser conveniente se iniciar por projetos pilotos ou por



protótipos. Nos dois casos, são necessários a escolha de objetivos claros de negócio, ou ênfases de desenvolvimento. Os autores aconselham também custos, cronograma, complexidade de infraestrutura ou desempenho, além da escolha de uma equipe pequena e multidisciplinar e que sejam observadas duas coisas: adoção de maneira gradual e desenvolvimento de atribuições.

Assim como apontado por Eastman et al. (2008), Ruschel et al. (2013) *apud* Succar (2009), concordam que a iniciação em BIM não ocorre de forma imediata e há vários estágios para sua implementação:

No primeiro estágio, a comunicação ainda ocorre de forma assíncrona, pois nesta etapa, geralmente, envolve apenas uma disciplina de projeto. Os produtos esperados são modelos 3D e alguns documentos deles extraídos, como quantitativo de materiais.

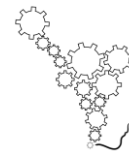
No segundo estágio, a ênfase está na multidisciplinaridade, como arquitetura e gerenciamento de custos, por exemplo. Esta fase é caracterizada por colaboração baseada em modelos. E apesar de ser ainda assíncrona, há uma melhor interoperabilidade entre os envolvidos. Espera-se desta etapa modelos 4D - tempo associado ao planejamento da obra - e 5D - modelo de previsão de custos. E esta fase requer a implementação de coordenação nos processos de projeto juntamente com uma mudança de paradigma e postura da empresa, ao adotar equipes coordenadas de projeto e mudanças médias em políticas e processos bem como em tecnologia.

O terceiro estágio é caracterizado pela integração em rede, com foco na criação colaborativa e compartilhada do modelo, envolvendo todas as fases desde a concepção do projeto até o produto final e envolvendo todas as especialidades profissionais. Esse processo é simultâneo, integrado e compartilhado e requer análises complexas desde o início do projeto.

Para os autores, a terceira etapa está diretamente ligada em aproveitar os múltiplos talentos, com a intenção de agregar valor, diminuir perdas, otimizar resultados e aumentar a eficiência no projeto, na fabricação e na construção.

3 BENEFÍCIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO BIM

A implementação do BIM se dá por meio de um conjunto de aplicativos que se correlacionam em “plataformas tecnológicas”, composta por aplicativos interoperáveis de um mesmo ou de diferentes fornecedores. Estas plataformas estabelecem a nova tecnologia de



processo de projeto e de gestão da operação, sendo variadas conforme a etapa de ciclo de vida da obra e as diferentes especialidades envolvidas, mantendo, porém, a totalidade e consistência da informação e a interoperabilidade destes diferentes sistemas ao longo de todo este ciclo de vida (MANZIONE, 2017).

Interoperabilidade é a capacidade de trocar informações entre aplicações, que ameniza os fluxos de trabalho e, por vezes ajuda a sua automatização. Cada aplicativo possui linguagem própria, porém é necessário que a troca de informações do produto seja livre, independente de fabricantes. A interoperabilidade exclui a necessidade de copiar os dados já reproduzido manualmente em outra aplicação (EASTMAN et al., 2011).

A concepção de interoperabilidade, de acordo com Campestrini et al. (2015), vem da necessidade de tornar os diferentes modelos (arquitetura, estrutura, planejamento, etc.) compatíveis entre si concebendo um único modelo integrado. Para que seja possível esta integração é preciso que todos sigam uma linguagem padrão que é representada pela chamada *Industry Foundation Classes* (IFC). O IFC foi produzido para caracterizar dados consistentes da construção e realizar a troca entre os aplicativos utilizados no projeto (EASTMAN et al., 2014).

Sendo assim, esse modelo, além da geometria da construção, contém inúmeras informações sobre seus diferentes aspectos, possivelmente englobando todas as disciplinas envolvidas em um empreendimento. Desse modo, serve a diferentes finalidades, desde os estudos de viabilidade, passando pelo desenvolvimento de projeto, simulações, planejamento, orçamentação, controle, construção, (pré-) fabricação, colaboração, visualização, representação e registro, até manutenção, reforma e, eventualmente, demolição da edificação (SANTOS, 2012).

Campestrini et al. (2015) e Azevedo (2009) mencionam que a concepção é baseada no modelo paramétrico, tendo como propósito a integração dos envolvidos e a interoperabilidade entre as informações. Os autores descrevem o BIM como um modelo para o avanço dos empreendimentos de construção civil, que envolve desde a concepção do projeto até a demolição, conforme exemplifica a Figura 1 sobre o uso do BIM no ciclo de vida da edificação:

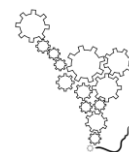
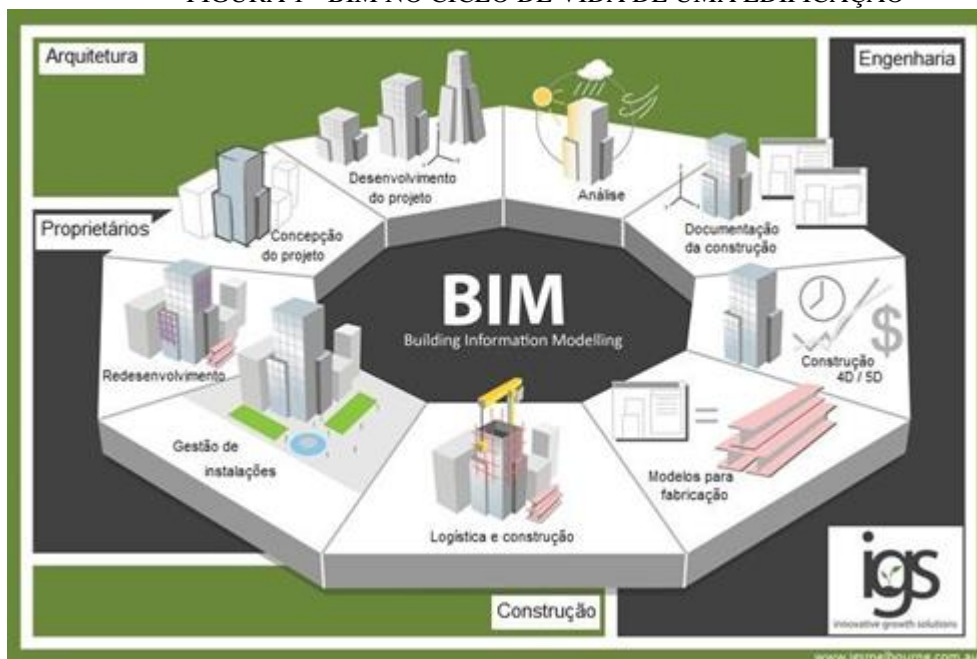


FIGURA 1 - BIM NO CICLO DE VIDA DE UMA EDIFICAÇÃO

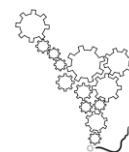


FONTE: Adaptado de Fox (2014)

A Figura 1 mostra como o BIM pode ser empregado em todas as fases de uma edificação: renovação, programação, criação do design e seu posterior detalhamento, análise, documentação, fabricação, planejamento e orçamento (4D e 5D), logística de construção, operação e manutenção e finalmente, demolição.

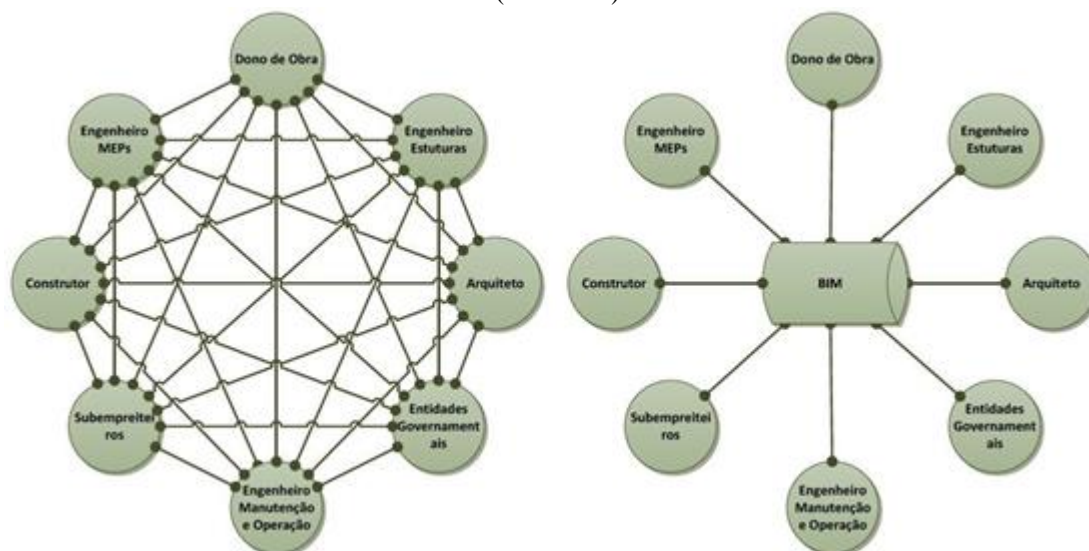
Consequentemente, os projetistas atingem maior produtividade, eficácia e eficiência, concebendo informação mais aprofundada e consistente. Os construtores se favorecem da redução de erros e inconsistências, maior antecipação e menores custos totais de obra. Já os proprietários obtêm menores custos de operação, previsão da efetiva disponibilidade do bem e maior tempo de desfrute em decorrência da melhor qualidade de produto. Por fim os fornecedores de produtos e materiais obtêm maior clareza de comunicação com seus clientes e parceiros, logística mais rápida e barata e melhor acompanhamento do ciclo de vida do produto (MANZIONE, 2017).

O emprego do sistema BIM não se limita a uma implementação de nova tecnologia, mas refere-se à adoção de novos fluxos de trabalho que abrangem ambientes colaborativos e planejamentos nas fases iniciais do projeto. O novo modelo de colaboração compreende recursos avançados de visualização, aliados à transferência contínua de conhecimento entre os diversos agentes participantes do processo de projeto (construtores, projetistas, contratantes, consultores, etc.) (COELHO E NOVAES, 2008).



Na figura 2, são apresentados uma comparação entre o processo tradicional e o processo BIM.

FIGURA 2 – COMUNICAÇÃO NO MODELO TRADICIONAL (ESQUERDA) E MODELO BIM (DIREITA)



FONTE: Eastman et al. (2011) apud Pereira (2013) P. 5

A Figura 2 mostra a diferença entre um projeto feito em BIM para um feito em processo tradicional. O modelo BIM consiste de um único arquivo que simula a construção real e contém todas as bases necessárias, de onde se pode extrair vistas, cortes e documentos sobre o projeto. Além do mais, o modelo BIM pode ser alimentado de forma simultânea por todos os envolvidos no projeto, enquanto no modelo tradicional ocorre de forma burocrática e demorada, passando de um projetista para o outro.

3.1. VANTAGENS DO SISTEMA BIM

As principais vantagens do sistema BIM são baseadas na capacidade de compartilhar um único modelo digital que especifica todas as etapas do projeto da edificação. Vale ressaltar a colaboração, onde todas as áreas envolvidas, dividem informações, fazem projetos com menos problemas para execução, e a simulação, onde é possível verificar de uma forma sistemática a realidade e futuras dificuldades, reduzindo erros, trazendo informações do andamento do projeto, enfim permitindo conduzir a execução com maior eficiência e segurança (CRESPO; RUSCHEL, 2007).



Justi (2008) aponta outras vantagens, como a maior velocidade na entrega do projeto (prazo), menor custo (economia), mão de obra (maior produtividade) por utilizar um único modelo, maior qualidade, também maior foco no design e menor retrabalho.

3.2. VANTAGENS RELATIVAS AOS PRAZOS

Com relação ao período da obra, uma das vantagens relacionada a plataforma BIM, é auxiliar na execução do cumprimento de prazos com relação a andamento do empreendimento, tendo em vista que a modelagem em 3D proporciona uma visualização mais exata do ciclo de vida da obra. Na prática, isso indica que essa concepção amplia a possibilidade de entrega do projeto (COLLABO, 2017).

Segundo Collabo (2017), a plataforma BIM possibilita um planejamento interdisciplinar da obra, ou seja, mais áreas atuantes ao mesmo tempo no projeto. Todos esses profissionais envolvidos podem acrescentar informações condizentes às suas áreas, como projeto hidráulico e elétrico, plantas, cortes e inúmeros outras particularidades. Essas bases geram um desenho, que, por ser em 3D, fica visivelmente mais compreensível.

Ainda segundo Collabo (2017), fica mais fácil presumir o tempo (prazos) de obra, pelo fato de todos os dados estarem no software, possibilitando assim, diminuir consideravelmente o número de erros nas obras, e automaticamente acaba por evitar atrasos motivados pela necessidade de retificar um ou outro problema no projeto.

3.3. VANTAGENS RELATIVAS AOS CUSTOS

Outra vantagem relacionada ao BIM, é a economia de recursos que a plataforma favorece. Assim como leva tempo realizar alguma alteração com o projeto em desenvolvimento, também há um custo considerável para corrigir erros na construção. O que leva a crer, que quanto mais tarde o problema for identificado, maior será o trabalho para resolvê-lo (COLLABO, 2017).

Segundo Collabo (2017), com a utilização do BIM no projeto, os incumbidos por realizarem a parte hidráulica já teriam observado no modelo onde ficariam as vigas e evitariam de projetar a tubulação em um lugar onde há incompatibilidade. Sendo assim, os arquitetos teriam como realizar as alterações essenciais no projeto e o software calcularia tudo novamente, modificando o projeto virtual de forma automática. Além do que, novas situações teriam a possibilidade de serem testados ainda nesta fase, analisando todas as probabilidades.



Ainda segundo Collabo (2017), com base no modelo da obra, é possível indicar quais seriam os materiais indispensáveis, a quantidade exata e seus custos. Tudo isso de um modo preciso e ágil, o que favorece a redução de resíduos e menos desperdícios de materiais construtivos, pois, dessa maneira, possibilita especificar a matéria-prima com muito mais precisão, o que ajuda a evitar sobras (resíduos) na obra.

Contudo, esse alcance não está apenas na parte econômica, a obra em si torna-se igualmente mais sustentável. Se grande parte das empresas conseguissem utilizar o BIM, o desperdício diminuiria e o impacto ambiental também seria reduzido consideravelmente. (COLLABO, 2017).

3.4. VANTAGENS RELATIVAS À MÃO DE OBRA

Outra vantagem a ser considerada é o aumento da produtividade da mão de obra no canteiro, em especial a de controle e gestão da obra e melhoria da qualidade na execução dos projetos (IBEC, 2019).

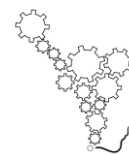
Por meio da colaboração e a metodologia BIM, os projetistas se comunicam, há compatibilização, planejamento de execução, utilização de métodos executivos industrializados, treinamento da mão de obra e maior facilidade de acesso às informações (IBEC, 2019).

O resultado é a redução de erros na obra, tratamento prévio de problemas, melhor gestão, otimização da comunicação entre os diversos colaboradores e maior integração entre os membros das variadas equipes (IBEC, 2019).

Com o uso crescente no setor da construção civil, fica evidente o quão importante é conhecer a tecnologia BIM e fica evidenciada a importância da qualificação da mão de obra. Também, como deve ser aplicada, quais as mudanças necessárias na equipe, elaboração de projetos, execução das demais etapas e processos construtivos, os impactos e demais tipos de vantagens (IBEC, 2019).

4. DESAFIOS DO USO DO BIM

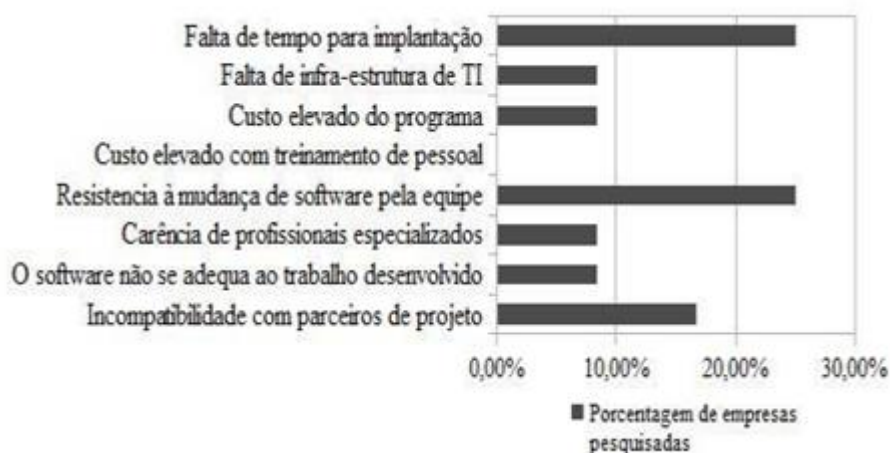
No contexto de agências públicas, a utilização do método BIM, tem tido um avanço menor que o que se obtém no ramo empresarial e acadêmico. (KASSEM E AMORIM, 2015). E no Brasil de forma geral, existe um pequeno atraso no que diz respeito a disseminação do



uso do BIM, se comparado aos países europeus, asiáticos e sobretudo dos Estados Unidos. Esse fato decorre de uma sequência de variáveis.

De acordo com Sousa e Meiriño (2013) alguns quesitos podem ser citados como prejudiciais para o desenvolvimento dessa tecnologia, incluindo fatores como a necessidade de usuários com alguma experiência e conhecimento de projetos para definições e configurações de modelos em fases iniciais; algum grau de investimento de capital para aquisição de ferramentas operacionais, como computadores, softwares, hardwares e treinamentos especializados; esses quando adquiridos podem apresentar problemas de incompatibilidade entre si (algum programa não abre arquivos em formatos que são exportados por outros); esses softwares também são descritos algumas vezes pelos usuário como sendo pouco flexíveis no que diz respeito à customização, ou seja, pequenas alterações que poderiam ser feitas pela empresa adequar o programa às suas necessidades algumas vezes não são possíveis de executar. A figura 3 apresenta aspectos que dificultam a utilização da metodologia.

FIGURA 3: ASPECTOS QUE DIFICULTAM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO BIM



FONTE: Souza, Amorim E Lyrio (2009)

Os autores ainda citam que como é baixo o número de profissionais qualificados que projetam nessa plataforma, o uso das suas ferramentas ainda não é completamente suficiente para integralizar todos os escritórios, empresas, órgãos públicos e autônomos que o utilizam. E ainda no que diz respeito à autoria de projetos, esses profissionais também citam que seria interessante que mecanismos jurídicos fossem criados para garantir a integridade das informações técnicas e autoria de projetos de todos os envolvidos no processo de criação dos modelos.



Todos esses aspectos podem ser definidos como as dificuldades para implantação do BIM, todos representam barreiras e estão presentes no cenário do mercado atual, não sendo um problema apenas do Brasil. Por isso o assunto demanda de uma mudança de estratégias, exigindo empresas e profissionais com maior grau de conhecimento, capacidade para o aprendizado e iniciativa para aplicação desse método.

4.1. DIFICULDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA EM EMPRESAS

A implementação do modelo BIM nas empresas se baseia em duas demandas primordiais: o conhecimento da gestão do modelo computacional, seus processos e interfaces e o trabalho colaborativo. De acordo com Migilinskas (2013) uma das barreiras para a implementação do BIM nas empresas é a carência de regras de implementação e de informação sobre padrões.

Eastman et al. (2014) aponta que para a implementação do BIM os donos das empresas devem considerar a influência nos custos iniciais e também nos custos posteriores recorrentes, que podem ultrapassar os iniciais em uma proporção de até 2:1. Contudo, como não existem estudos que englobam todos os aspectos de utilização do BIM nos projetos construtivos, os coordenadores das empresas da área podem se encontrar em um impasse de utilizar ou não a tecnologia (LI et al., 2014), visto que tanto a custos relacionados quanto as vantagens são de difícil quantificação e análise (LU et al., 2014).

Para conduzir a implementação da metodologia é necessário que sejam selecionadas pessoas chaves dentro da instituição, colaboradores que estejam dispostos e que sintam curiosidade no aprendizado do BIM, além de serem proativos nas tomadas de decisões para resolução de imprevistos ao longo do processo. Equipes colaborativas possibilitam que os projetos sejam realizados de forma integralizada e com menos probabilidade de erros. Todavia, para que essa situação aconteça é fundamental todos os projetos sejam elaborados na plataforma BIM. Sendo assim, todas as partes precisam fornecer os arquivos já modelados tridimensionalmente referentes à sua disciplina, visto que, produzi-los por meio de referências bidimensionais provoca custos para adaptação além de conduzirem o projeto, em sua totalidade, às mesmas imprecisões encontradas na metodologia tradicional. (EASTMAN et al., 2014).

Assim como considerado por Dossick e Neff (2010), uma liderança eficaz e competente é um mecanismo ideal para o êxito de projetos elaborados na plataforma BIM.



Sendo assim, é importante que o coordenador de projetos saiba esquematizar no tempo correto as revisões de projeto, já que em um modelo de ambiente ideal, os colaboradores conseguem ter acesso a outras partes do projeto identificando desta forma possíveis divergências entre as partes.

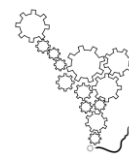
Portanto, pode-se inferir que uma nova metodologia de gestão dos projetos de uma empresa, é um desafio e que quando empregada, pode acarretar reformulações no padrão de negócios da empresa, em virtude da alteração em âmbitos como: parceiros, recursos disponíveis, interação com o cliente, dentre outros.

4.2. CAUSAS DE BAIXA ADERÊNCIA ENTRE PROFISSIONAIS

Segundo Cao et al. (2015) embora o BIM tenha grande potencial, seu progresso na indústria da construção ainda é incipiente, considerando que a disseminação desta tecnologia entre os profissionais da área, de um modo geral, ainda está abaixo do esperado. Kraatz, Sanchez e Hampson (2014) corroboram com este ponto e afirmam que para que a implementação do BIM seja satisfatória é necessário que sejam adotadas novas políticas de relacionamento entre os profissionais envolvidos, um ramo que hoje possui uma dinâmica bastante fragmentada.

Conforme Dossick e Neff (2010) ao mesmo tempo que a metodologia BIM mantém os integrantes do projeto em certa proximidade tecnológica, eles ainda assim, mantém-se separados no âmbito organizacional, o que interfere diretamente na comunicação, no que se refere à tomada de decisões e no compartilhamento de informações. Essa situação é proveniente da falta de partilhar e repassar os resultados com os demais participantes, que utilizam o BIM como uma ferramenta no desenvolvimento de projetos em ambiente 3D, e acabam compartilhando apenas as pranchas.

Para Eastman et al. (2014) é necessário considerar o imprescindível custo adicional para se implementar novos sistemas, desenvolver procedimentos inovadores e principalmente retrainar os colaboradores, o que pode ocasionar em uma alta nos custos iniciais para que seja realizada tal transição, consequentemente para algumas empresas tais configurações e seus resultados positivos podem não ser suficientes, apesar disso o alto custo inicial aliado ao resultado das mudanças propostas trazem vantagens produtivas na fase de documentação da edificação.



Portanto, para que ocorra uma mudança significativa no processo de concepção e otimização dos projetos é necessário mais do que apenas uma alteração e modernização de software e capacitação do pessoal inseridos nesta área (EASTMAN et al., 2014).

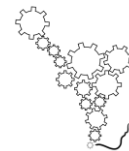
4.3. INCOMPATIBILIDADE DE USOS

A troca de informações entre os profissionais que utilizam os vários softwares envolvidos no processo também deve ser levada em consideração, caso essa troca não seja executada de uma maneira eficiente, existe uma chance de perdas nos dados para conversão dos modelos. Essas perdas podem gerar a necessidade de retrabalho, o que pode levar a um aumento do custo, motivo que é frequentemente citado como causa de inibição da adoção da plataforma. (HU et al., 2016).

Won et al. (2016) realizaram um estudo de caso a respeito da diminuição de desperdícios em projetos desenvolvidos pelo método BIM, que demonstrou a falta de integração entre os envolvidos na produção, constatando que a empresa responsável pelo projeto arquitetônico não disponibilizou os projetos para a empreiteira, que por sua vez teve a necessidade de fazer a modelagem para a fase de construção novamente.

Um aspecto importante a ser levado em consideração no que diz respeito aos construtores que querem implementar a metodologia BIM nos projetos, é a inter-relação com a equipe responsável pelo projeto. Em um meio de total colaboração de projetistas, o empreiteiro terá livre acessibilidade aos modelos, com direito a total extração de informações que julguem necessárias ao seu interesse e importantes para realização da obra. Porém o que acontece no sistema de planejamento tradicional, quando as fases da obra são definidas previamente, o construtor só vai ter acesso às informações assim que for finalizada a etapa de concorrência. E mesmo assim, nos casos em que a fase de projetos tenha sido desenvolvida em plataforma 2D a equipe de obras deverá fazer a transferência do modelo para a plataforma BIM.

O julgamento das competências entre as disciplinas, com foco principalmente na compatibilidade de projetos e avaliação de interferências é uma falha que necessita ser mais pesquisada e explorada. Ademais, para uma completa comprovação dos benefícios e oportunidades do BIM, é necessário que a sua implantação seja total. Em alguns casos a alteração entre projetos 2D e 3D pode ser trabalhosa, e leva algum tempo até a adoção da



nova plataforma por todos envolvidos, o que pode prolongar ainda mais a desconfiança quanto a sua implantação.

Como já citado anteriormente a interoperabilidade permite a integralização entre os vários participantes de projetos em BIM, assegurando a compatibilidade de um único modelo com uma variedade de plataformas digitais. Mesmo assim existem algumas barreiras a serem transpostas na melhoria de recursos que podem permitir a sua interoperabilidade.

Na bibliografia consultada, de forma geral, encontram referências que afirmam que a colaboração é um fator essencial para a implementação da metodologia BIM.

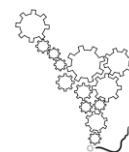
Segundo a Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras – Colaboração e integração BIM – Parte III (CBIC, 2016), devido ao envolvimento de várias pessoas e empresas diferentes de dentro e de fora de uma companhia, sempre haverá a necessidade de criar limites de atuação para cada profissional, com normas e competências, para conseguir alcançar resultados harmônicos e projetos sem interrupções. Também com o BIM, é necessário o desenvolvimento preliminar de uma variável de regras e documentos que vão servir de organização para a equipe de trabalho, fornecendo informações como quem executará cada função em qual momento específico, e a ordem em que essas etapas irão acontecer. (Id. 2016).

Segundo Stehling (2012), a esfera corporativa só demonstra eficiência de forma mais completa se todos os profissionais participarem de forma permanente das etapas de projeto. A colaboração é uma atividade interdependente, e o seu resultado depende da colaboração de todos os envolvidos.

5. PROPOSTAS PARA MELHOR APROVEITAMENTO DE USO DO PROGRAMA

A tecnologia BIM pode facilitar e aprimorar muitas práticas do setor da construção civil e apesar do seu uso ainda estar em fase inicial, ganhos significativos já foram registrados em todas as fases de ciclo da edificação, como demonstrados a seguir (MATOS, 2016 *apud* EASTMAN et al., 2014):

- a) fase de concepção – estudos preliminares mais qualificados e análises/simulações de diferentes alternativas de concepção;
- b) fase de projeto – visualização antecipada e precisa do projeto, correções automáticas em toda a documentação do projeto de que as modificações forem



implementadas, geração de desenhos em 2D precisos e consistente em qualquer etapa do projeto, colaboração antecipada entre as múltiplas disciplinas do projeto; facilidade de verificação do atendimento do projeto aos seus requisitos, extração automática dos quantitativos dos elementos do projeto e incremento da eficiência energética e da sustentabilidade;

- c) fase de construção – sincronização dos elementos do projeto ao cronograma da obra, detecção de interferências entre os diversos sistemas da construção e de erros de omissões antes da execução dos serviços, melhor gerenciamento no processo de modificações no projeto, possibilidade de usar o modelo do projeto como base para pré-fabricação, melhor implementação da metodologia de construção enxuta, sincronização das aquisições de materiais com o projeto e construção;
- d) fase de operação – melhor gerenciamento e operação das edificações.

Esses benefícios foram confirmados na pesquisa feita por Bryde, Broquetas e Volm (2013) a partir da compilação de 35 estudos de casos, durante o período de 2008-2010,

Desta forma, o sumário dos estudos realizados por Bryde, Broquetas e Volm (2013) é apresentado na Tabela 1 a seguir (MATOS, 2016):

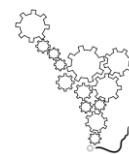
TABELA 1 – SUMÁRIO DOS ESTUDOS REALIZADOS POR BRYDE et al

Critério de sucesso	Efeito positivo			Efeito negativo		
	Totais de ocorrências	Número total de projetos	% do total de projetos	Totais de ocorrências	Número total de projetos	% do total de projetos
Redução de custos ou controle	29	21	60,0%	2	2	5,7%
Redução de tempo ou controle	17	12	34,3%	3	3	8,6%
Melhoria da comunicação	15	13	37,1%	0	0	0,0%
Melhoria da coordenação	14	12	34,3%	3	3	8,6%
Aumento de qualidade ou controle	13	12	34,3%	0	0	0,0%
Redução dos riscos negativos	8	6	17,1%	1	1	2,9%
Esclarecimento do escopo	3	3	8,6%	0	0	0,0%
Melhoria da organização	2	2	5,7%	2	2	5,7%
Problemas de software	0	0	0,0%	7	7	20,0%

Fonte: Adaptado de Bryde, Broquetas e Volm (2013)

FONTE: MATOS (2016)

Em 2013, a AsBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura) lançou a cartilha “ESTRUTURAÇÃO DO ESCRITÓRIO DE PROJETO PARA A IMPLANTAÇÃO DO BIM”, seu objetivo geral não se atém só à orientação para os escritórios de arquitetura e



urbanismo, mas para todos da cadeia de projetos e da construção civil, incluindo contratantes e construtores, que assim passam também a entender melhor os objetivos, as possibilidades e principalmente as necessidades para que um projeto possa ser desenvolvido na plataforma BIM. (AsBEA, 2013).

Coelho (2017) abordou que a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) lançou a coletânea “Implementação do BIM para construtora e incorporadora do CBIC”, o documento é composto por cinco volumes e aborda temas como conceitos, benefícios, modelos, ciclo de vida dos empreendimentos, uso mais comuns da modelagem da informação da construção além de discutir assuntos como implementação do BIM, as regras para sua viabilidade, seus fluxos e suas formas de contratação. Os temas abordados pelo autor se encontram na figura 4. Os itens fundo laranja representam os principais usos do BIM e os itens com fundo azul representam os secundários.

FIGURA 4: 25 VARIEDADES DE USO DO BIM



FONTE: Coelho (2017)

De acordo com CBIC (2016), é desejável para todo e qualquer projeto formal, e também para uma implementação completa do BIM, que sejam seguidas boas práticas para o detalhamento, o planejamento, o gerenciamento e a documentação do projeto propriamente



dito. De acordo com AsBEA (2015), o fator de sucesso para implementação e utilização da plataforma BIM é o “planejamento que envolve a participação de todas as disciplinas e cujo resultado é expresso no que chamamos de Plano de Execução BIM”. O Plano de Execução BIM tem como objetivo garantir que todos os participantes estejam cientes das responsabilidades e oportunidades associadas à incorporação do BIM no projeto.

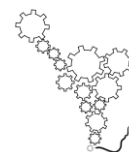
5 CONCLUSÃO

Os estudos apresentados, demonstram que a metodologia BIM, apesar de nova, vem tomando o seu espaço no cenário das empresas de AEC, todos os seus benefícios são comprovados, no que diz respeito a vantagens sobre redução de custos, prazos, mão de obra, desperdícios de material. Embora as vantagens sejam evidentes, no Brasil ainda nos encontramos em uma etapa inicial de desenvolvimento dessa tecnologia, se comparados com outros países da Europa, Ásia e Estados Unidos. Grande parte desse atraso se deve aos desafios impostos para implementação desse método, que incluem a dificuldade das empresas em adquirir ferramentas para essa implementação, falta de profissionais capacitados para trabalhar na plataforma, altos custos de softwares de desenvolvimento, entre outras.

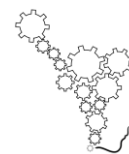
Pode-se inferir que essa nova metodologia de gestão de projetos quando está aplicada e funcionando perfeitamente dentro de uma empresa, irá otimizar todos os seus processos e trazer reformulações aos seus padrões de negócios, abrindo novas oportunidades de parcerias, estratégias, clientes e funcionários. Mas para essa mudança é necessária uma concepção e alteração de todos os modos de operação, pois em toda bibliografia consultada de forma geral, as referências afirmam que a colaboração é um fator essencial para a implementação da metodologia BIM.

REFERÊNCIAS

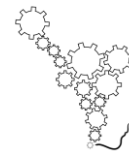
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA) – **Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM** – Volume 1 a 2. São Paulo – São Paulo, 2013 disponível em: <<http://www.asbea.org.br/>> Acesso em :17 out. 2020
- (AsBEA) – **Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM** – Volume 2. São Paulo – São Paulo, 2015 disponível em:<[Http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf](http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf)> Acesso em: 18 out. 2020



- AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação, Universidade do Minho, Portugal, 2009.
- BRYDE, David; BROQUETAS, Martí; VOLM, Jürgen Marc. **The Project benefits of Building Information Modelling – BIM**. International Journal of Project Management 31, 2013
- CAO, Dongping; WANG, Guangbin; LI, Heng; SKITMORE, Martin; HUANG, Ting; ZHANG, Weiyu. Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China. **Automation in Construction**, n. 49, p. 113-122, 2015
- CAMPESTRINI, Tiago Francisco; et al. **Entendendo BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1a edição, Curitiba, 2015.
- CARNEIRO, Nathalia Sousa e Reis. **Panorama do uso do BIM 4D e 5D no planejamento e gerenciamento de obras na construção civil**. 2019. 33f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2019.
- COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: VIII Workshop Brasileiro de Gestão de Projetos na Construção de Edifícios, São Paulo, USP, 2008.
- CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção Coletânea Implementação do BIM para Construtora e incorporadoras – **Building Information Modeling** – Volume 1 a 6. Brasília – DF, 2016.
- COLLABO. **O uso do Bim e a possibilidade de reduzir custos e cumprir prazos**. Publicado em 06 de setembro de 2017. Disponível em: <https://blog.collabo.com.br/o-uso-do-bim-e-possibilidade-de-reduzir-custos-e-cumprir-prazos/>. Acesso em: 14 out. 2020.
- COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2013.
- CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHEL, Regina Coeli. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre. 2007.
- DOSSICK, Carrie Sturts; NEFF, Gina. Organizational Divisions in BIMEnabled Commercial Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 4, p. 459 - 467, abril 2010.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners., Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2ª ed. Hoboken: Wiley, 2011.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia para modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho; Kléos Magalhães Lenz César Junior, et al. Porto Alegre: Bookman, 2014.



- FOX, Ben. **What is Bim?** Innovative growth solutions. Disponível em: <http://www.igsmelbourne.com.au/tech-explained/what-is-bim>. Acesso em: 10 out. 2020.
- GASPAR, João Alberto da Motta. **O significado atribuído a BIM ao longo do tempo**. 2019. 238f. Dissertação (Mestrado em arquitetura, tecnologia e cidade) - Universidade de Campinas, Campinas-SP, 2019.
- GASPAR, João Alberto da Motta; RUSCHEL, Regina Coeli. **A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo**. In: SIGraDI 2017 – XXI Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital. 22 a 24 de novembro/2017. Concepción, Chile, 2017.
- HU, Zhen-zhong; ZHANG, Xiao-yang; WANG, Heng-wei; KASSEM, Mohamad. Improving interoperability between architectural and structural design models: An industry foundation classes-based approach with web-based tools. **Automation in Construction**, v. 66, p. 29 - 42, 2016.
- IBEC ENSINO. **Entenda as vantagens da tecnologia Bim para a segurança na construção civil**. Publicado em 24 de abril de 2019. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/blog/engenharia/entenda-as-vantagens-da-tecnologia-bim-para-a-seguranca-na-construcao-civil>. Acesso em: 14 out. 2020.
- JUSTI, Alexander Rodrigues. **Implantação da Plataforma Revit nos Escritórios Brasileiros: Relatos de Uma Experiência**. Gestão & Tecnologia de Projetos. UNIBENNET, Rio de Janeiro, 2008.
- KASSEM, Mohamad & AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. **BIM: Building Information Modeling**. Diálogos Setoriais para BIM no Brasil e União Europeia - Brasília, 2015.
- KRAATZ, Judy A.; SANCHEZ, Adriana X.; HAMPSON, Keith D. Digital Modeling, Integrated Project Delivery and Industry Transformation: An Australian Case Study. **Buildings**, v.4, p. 453-466, setembro 2014.
- LI, Jian; HOU, Lei; WANG, Xiangyu; WANG, Jun; GUO, Jun; ZHANG, Shaohua; JIAO, Yi. A Project-based Quantification of BIM Benefits. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, v.11, p. 1-13, agosto 2014.
- LU, Weisheng; FUNG, Ada; PENG, Yi; LIANG, Cong; ROWLINSON, Steve. Cost-benefit of Building Information Modelling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. **Building and Environment**, v. 82, p. 317-327, 2014.
- MACIEL, Luciana Leone; MELHADO, Silvio Burattino. **Qualidade na construção civil: fundamentos**. TT/PCC/15. Texto técnico. São Paulo: EPUSP, 1996. 23 p.
- MANZIONE, Leonardo. **Pontos essenciais para implementação do Bim**. Revista MAKE BIM, Publicado em 05 de outubro de 2017. Disponível em: <https://www.makebim.com/2017/10/05/pontos-essenciais-para-a-implementacao-do-bim>. Acesso em: 14 out. 2020.
- MAZIONE, Leonardo, MELHADO, Silvio Burattino. **Nível de maturidade do processo de projeto: as quatro interfaces**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, AL. Maceió, 2014.



- MATOS, Cleiton Rocha de. **O uso do BIM na fiscalização de obras públicas**. 2016. xv, 116 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- MIGILINSKAS, Darius; POPOV, Vladimir; JUOCEVICIUS, Virgaudas; USTINOVICHUS, Leonas. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. **Procedia Engineering**, v. 57, p. 767 - 774, 2013.
- RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**. Porto Alegre - RS, v. 13, n.2, p.151-165, abr./jun. 2013.
- SANTOS, Eduardo Toledo. **Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto**. Brasília: CRV digitais, 2012.
- SILVA, Armando José Esteves. **Metodologia BIM aplicada à representação, controle e gestão de obra**. 2012. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, Portugal, 2012.
- SOUSA, Otávio Knaipp; MEIRIÑO, Marcelo Jasmim. **Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionados à construção civil**. IX Congresso nacional de excelência em gestão. 2013.
- SOUZA, Livia Laubmeyer Alves; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin e LYRIO, Arnaldo de Magalhães. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. Gestão & Tecnologia de Projetos [ISSN 19811543] Vol. 4, n°2, novembro 2009
- STEHLING, Miguel Pereira. **A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2012. 165 f.
- WON, Jongsung; CHENG, Jack Chin Pang; LEE, Ghang. Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: Case studies in South Korea. **Waste Management**, v. 49, p. 170-180, 2016.