

Planejamento e projeto de construção utilizando o conceito BIM

Planing and building project with BIM concept

Luanna Rodrigues Mariano; Nathália Miranda Campolina

Prof. Lúcio de Souza Campos Neto

Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix

Resumo

A Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) é uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados de forma a produzir, comunicar e analisar modelos de construção. A partir de uma pesquisa bibliográfica, foram levantados conceitos e aplicações do BIM dentro das fases de planejamento e projeto, comparando a forma convencional que é feita *versus* esse novo modelo de projetar, explicitando as melhorias que este acarreta ao processo. Essa modelagem permite quantificações dos elementos desenhados a partir do modelo digital e no levantamento de prazos (4D) e custos (5D), com a simulação das etapas de construção. Seu uso irá contribuir para uma construção sustentável, gerenciamento das documentações técnicas da edificação e cronogramas de obras.

Palavras-chave: BIM; AECO; Gestão de Projetos; Ciclo de Vida da Construção.

Introdução

A Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) é definida como sendo uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados de forma a produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Representa uma evolução para os setores da arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) por estar além das funcionalidades do AutoCAD 3D (EASTMAN *et al.*, 2013).

Os mesmos autores explicam que, com o BIM, o projeto de uma edificação é elaborado em uma plataforma digital, onde estão contidas toda a geometria e informações para suportar sua construção, fabricação e fornecimento de insumos do

empreendimento, permitindo o acompanhamento durante todo seu ciclo de vida. Dessa forma, pode ser aplicado nas fases de planejamento, projeto, construção e operação, contribuindo para otimização do tempo de execução, redução de gastos e aumento da qualidade.

Além disso, o uso do BIM em um empreendimento vai contribuir para uma construção sustentável, ao reduzir desperdícios e otimizar o uso de materiais. O gerenciamento das documentações técnicas da edificação também é facilitado, mantendo um sistema de informação e comunicação entre empresas e profissionais projetistas, proprietários, incorporadores, construtores e quaisquer outros agentes envolvidos no processo (STEHLLING, 2012).

O modelo atual de construção predominante na AECO possui como característica a dificuldade da permuta de informações entre os profissionais e a cadeia produtiva. Sendo baseadas somente em documentos em papel, essa troca de conhecimento e dados dá-se de maneira descoordenada e com baixa inteligência. As decisões, que deveriam contar com participação multidisciplinar, são tomadas de forma autônoma e com ausência de uma compreensão precisa do processo em sua totalidade. A adoção do BIM seria uma forma eficiente para eliminar os custos e atrasos resultantes da falta de coordenação de projeto e interoperabilidade de dados inadequada (MANZIONE, 2013).

Apesar de já ter se difundido em vários países, no Brasil o BIM ainda encontra barreiras como necessidade de investimentos em *softwares*, capacitação dos projetistas, além de resistências culturais especialmente dos profissionais mais experientes habituados aos métodos convencionais, o que dificulta sua inserção no mercado da construção civil (PRATES, 2010).

De acordo com Eastman *et al.* (2013), a substituição do CAD 2D ou 3D pelo BIM envolve mais do que aquisição de *software*, treinamento e atualização de *hardware*. Seu uso efetivo requer mudanças em quase todos os aspectos do negócio das empresas reestruturando e reinventando os processos.

Visto isso, o objetivo desse trabalho é apresentar o BIM, definindo suas funcionalidades e aplicabilidades dentro da engenharia, bem como, analisar o atual modelo de projetos de construção, esclarecendo a comunidade técnica de como o conceito BIM pode ser aplicado.

Metodologia

O presente artigo foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica realizada em livros, dissertações, teses, artigos e revistas com publicações pertinentes à construção civil que abordam o uso do BIM nas fases do ciclo de vida do empreendimento, bem como sua implementação, aplicações práticas e desafios no Brasil. Também foi feita uma pesquisa documental realizada por meio consulta a anais de congressos e que tiveram como tema de debate o uso do BIM em seus processos.

Para a análise dos dados, foi utilizado o método comparativo por permitir a análise de dados concretos, sendo este método empregado em estudos de largo alcance e estudos qualitativos. Além disso, pode ser utilizado em todas as fases e níveis do estudo (LAKATOS; MARCONI, 1991).

Primeiramente, foi realizado um estudo baseado no livro “Manual de BIM”, dos autores Eastman *et al.* (2013) e em artigos e teses publicadas no período de 1997 a 2014, relacionados ao BIM, para compreendermos melhor seus conceitos e definições. Após esse estudo, foi feita uma análise dos métodos convencionais utilizados na concepção de um projeto buscando adaptá-los a esse novo modelo de projetar.

No tratamento dos dados, foram feitas considerações relacionadas às aplicações do conceito BIM dentro das fases de planejamento e projeto, explicitando as melhorias que este acarretaria ao processo. Para a pesquisa, não foi utilizado nenhum *software* específico, para evitar vincular a ideia errônea de que o BIM é um *software* em si.

Discussão dos resultados

A partir da análise bibliográfica, é possível caracterizar o setor da construção civil como sendo um setor com elevados níveis de colaboração e subcontratação de empreitadas.

Sendo assim, há uma grande quantidade de informações que necessitam ser geridas. Nesse contexto, uma gestão eficiente da informação gerada e compartilhada entre os colaboradores do empreendimento tende a potencializar a eficiência dos serviços, o que permite ganhos de qualidade, produtividade e redução de custos (LÁZARO, 2010).

Como forma de gerir toda essa informação, a Tecnologia da Informação tem contribuído positivamente, desenvolvendo *softwares* cada vez mais inteligentes e *hardwares* cada vez mais poderosos e portáteis (STEHLLING, 2012).

A possibilidade de visualizar e aplicar uma detecção automatizada de interferências no projeto melhora a coordenação entre as disciplinas, evitando erros e omissões. Na Figura 1, é possível observar os benefícios que o uso da TI agrega ao processo construtivo em algumas de suas etapas.

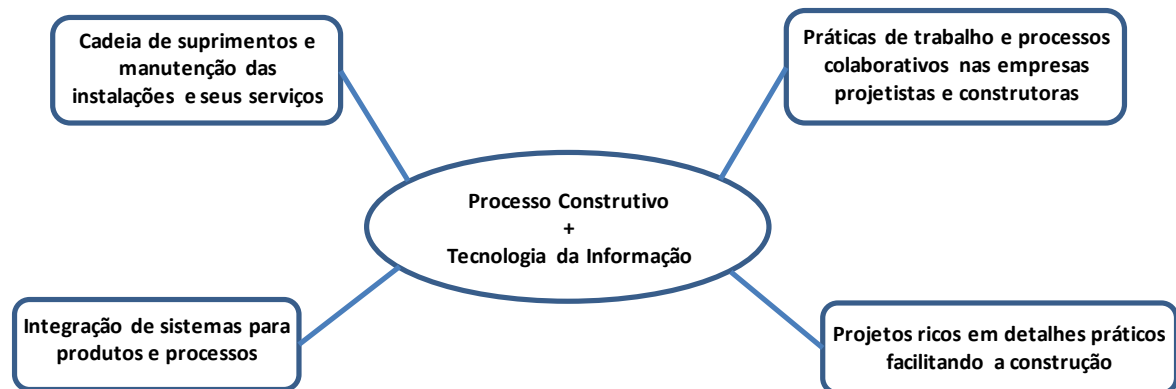


FIGURA 1. Benefícios da TI sobre o processo construtivo.

Fonte: Adaptado de Stehling (2012).

Devido ao caráter de resistência dos profissionais e empresas do setor da construção civil no Brasil, algumas melhorias ainda devem ser feitas como, por exemplo, simulações do projeto e dos processos de produção, especificações técnicas e orçamentos vinculados à geometria, redução de desperdícios e custos de manutenção (STEHLING, 2012).

Diante disso, o conceito BIM, caracterizado por ser uma inovação da Tecnologia da Informação, entra no mercado para solucionar esses problemas que limitam a evolução da construção civil.

O esquema apresentado na Figura 2, demonstra como o BIM influencia no ciclo de vida de um empreendimento. Ressalta-se que as informações dispostas de forma sincronizada, atualizada e acessível em um ambiente digital integrado reduz ineficiências no processo de projeto, na construção e gestão do edifício em todo seu ciclo de vida.

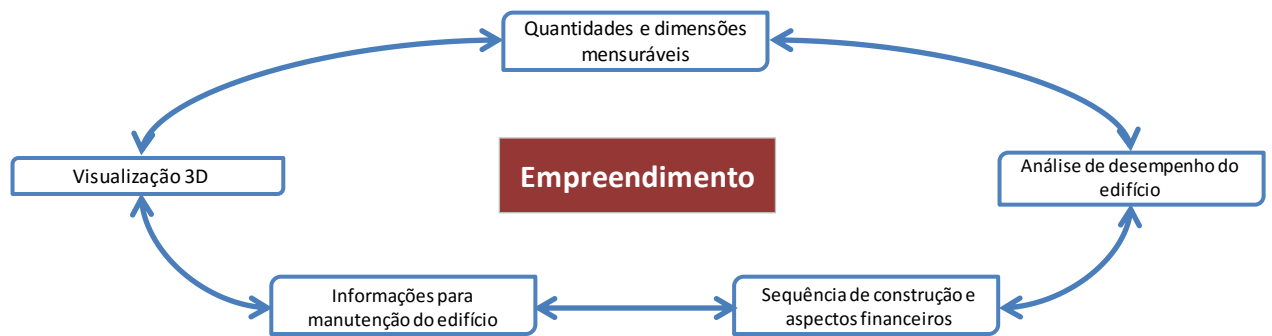


FIGURA 2. BIM no ciclo de vida de um empreendimento.

Uma das formas de salientar como o conceito BIM pode ser aplicado no ciclo de vida do empreendimento, explicitando as melhorias que ele proporciona para o processo como um todo, é relacionando suas funcionalidades nas etapas de planejamento e projeto. Isso porque um planejamento e um projeto bem elaborados e sem inconsistências impactam positivamente na fase de construção e manutenção, resultando em uma edificação sustentável e eficiente. Dessa forma, nos tópicos seguintes estão detalhadas as formas de aplicação do conceito nessas duas fases, de planejamento e projeto, a partir de uma comparação com o modelo convencional.

Fase de planejamento

A utilização do BIM nessa fase permite que os construtores façam o gerenciamento e simulações das etapas de construção, além de analisarem melhor a viabilidade do projeto antes da execução.

Dentro desse estudo de viabilidade, é considerado, principalmente, o valor do investimento necessário para a concretização do projeto. Para isso, é fundamental a realização da etapa de orçamentação, visto que, finalizado o orçamento, além deste definir o valor financeiro do projeto, ele serve como base para levantamento de materiais e serviços, realização de simulações, geração de cronogramas físico e financeiro, geração da curva A-B-C de insumos, entre outros.

O processo de orçamentação é composto por etapas sequenciais e de difícil coordenação, sendo necessário que suas etapas estejam bem definidas para que o orçamento seja desenvolvido em seus aspectos fundamentais (SANTANA, 2012).

Na Figura 3, o processo de orçamentação convencional é relacionado de acordo com suas etapas de trabalho e quais atividades estão inerentes a cada uma delas.

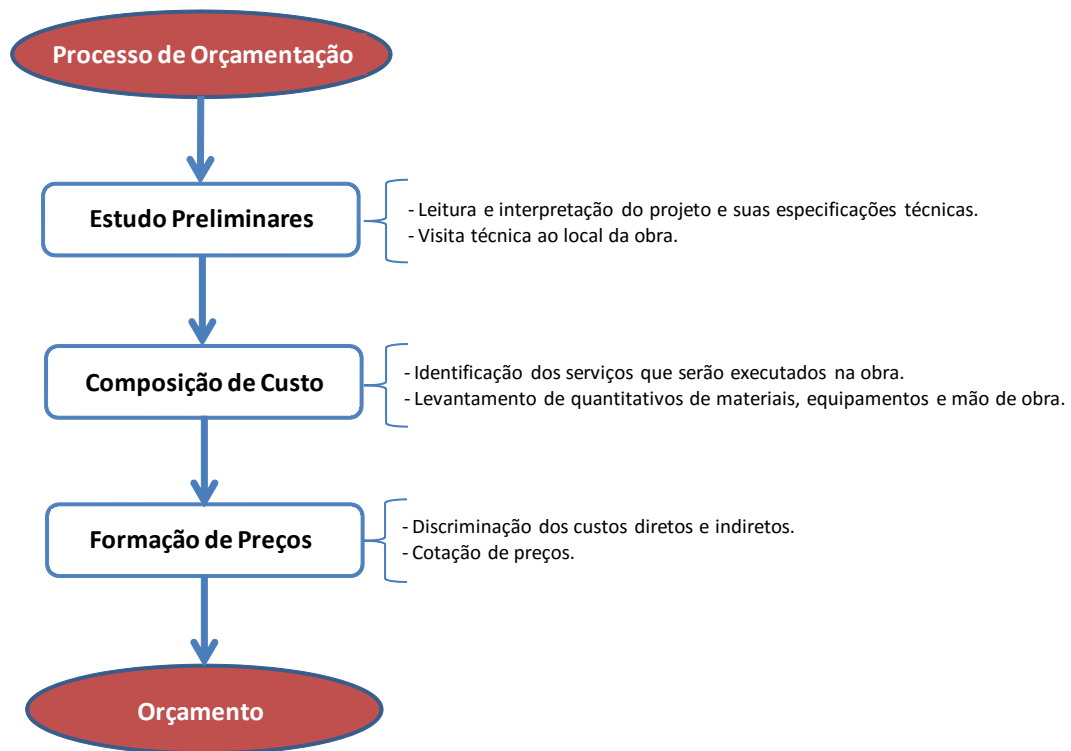


FIGURA 3. Processo de orçamentação convencional com etapas de trabalho definidas.

Fonte: Adaptado de Santana (2012).

Seguindo esse processo, Santos *et al.* (2012) relatam que o levantamento dos quantitativos executado da forma tradicional é realizado com medições e contagem de todos os componentes da edificação manualmente, sendo os registros dos itens mantidos em um inventário. Nesse levantamento de dados é que são realizadas leituras de plantas técnicas, com o propósito de quantificar os trabalhos e serviços, podendo essa quantificação ser realizada diretamente a partir dos arquivos em CAD.

Os mesmos autores explicam que esses dados são registrados em uma planilha, onde são relacionados os serviços que serão executados, o quantitativo total levantado para cada um e a unidade de medição da atividade, e, em seguida, é feita a quantificação dos insumos que compõe cada um dos serviços (materiais, mão de obra e equipamentos). Para obter este quantitativo executivo, é necessário que o orçamentista apoie-se em sua experiência, em bancos de dados da empresa, ou em indicadores de consumos.

Com o orçamento finalizado, a equipe de planejamento elabora o cronograma físico-financeiro. Ele representa graficamente o plano de execução da obra, cobrindo as

fases de execução desde a mobilização de mão de obra, passando por todas as atividades previstas no projeto, até a desmobilização do canteiro. O principal benefício de sua utilização é permitir que o engenheiro acompanhe as etapas em paralelo aos custos, uma vez que ele organiza de maneira temporal e financeira a obra (SILVA, 2012).

No modelo de planejamento convencional, conforme pode ser observado, há uma tendência de processos com excesso de interferências e informações mal gerenciadas, resultado de um processo pouco automatizado e integrado, gerando a falta de interoperabilidade entre os documentos envolvidos no projeto. Os conflitos existentes no planejamento, sejam no orçamento ou no cronograma, oriundos de revisões e atualizações no projeto, refletem na obra, uma vez que constantes modificações predisõem a perdas de informações durante o processo.

Nesse contexto, a implementação do processo BIM possibilita que as informações sejam sincronizadas e atualizadas, sendo acessíveis em um ambiente digital integrado. Com as informações centralizadas em um banco de dados único, todos os colaboradores envolvidos podem ter acesso a essas informações contidas no mesmo modelo. Dessa forma, inconsistências e incompatibilidades são prevenidas, possibilitando melhor planejamento e controle de prazos, custos e processos construtivos (STEHLLING, 2012).

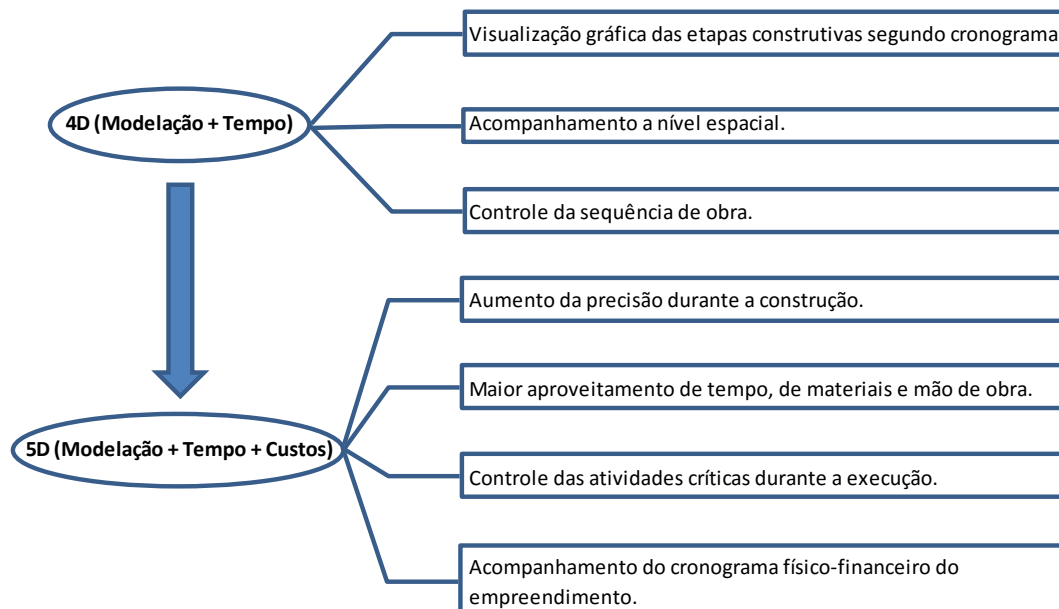


FIGURA 4. Vantagem do BIM no planejamento de um empreendimento.

Fonte: Adaptado de Witicovski (2011).

Aplicado diretamente à orçamentação, um *software* baseado em BIM permite que sejam extraídos quantitativos de seus componentes, quantidades de material, área e volume dos espaços. Além disso, torna possível a exportação desses dados para uma planilha ou uma base de dados externa. A contribuição desse processo na fase de planejamento é no aperfeiçoamento do processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados a partir do modelo digital e no levantamento de prazos (4D) e custos (5D), com a simulação as etapas de construção, conforme observado na Figura 4 (WITICOVSKI, 2011).

Fase de projeto

Na fase de elaboração dos projetos, são adotadas soluções que repercutem em todo o processo da construção e na qualidade do produto final a ser entregue ao cliente. Nessa etapa ocorre a concepção e o desenvolvimento dos processos, que devem ser fundamentados na identificação da necessidade dos clientes. Projetos bem elaborados com soluções de qualidade resultam em um alto nível de satisfação dos usuários finais.

Na construção tradicional, as etapas do processo de projetos não são bem coordenadas e os profissionais envolvidos acabam trabalhando de forma independente. Com os projetos sendo elaborados individualmente, qualquer modificação feita por um especialista de determinada área pode impactar na construtibilidade da edificação. Esse modelo de trabalho desencadeia a falta na integração, compatibilização e colaboração entre as diversas partes envolvidas no ciclo de vida do projeto, provocando retrabalhos e aumento de custos (JUNIOR, 2003).

Como consequência, o processo convencional enfrenta a dificuldade em cumprir os prazos preestabelecidos. Devido à pressão das entregas e retrabalhos, os profissionais acabam atropelando ou interrompendo determinadas etapas, resultando na adoção de soluções pouco satisfatórias e que afetam na qualidade da construção. Esse processo resulta na fragmentação dos dados e a dificuldade para garantir a consistência das informações. Essas perdas ou redundâncias de informações entre as disciplinas envolvidas impactam diretamente na estimativa dos custos da produção. Uma vez que o projeto é utilizado na fase de orçamentação e planejamento, obtém-se um grande desvio entre o custo previsto e o real do empreendimento, além de multas devido a atrasos (ESTEVEVES; FALCOSKI, 2011).

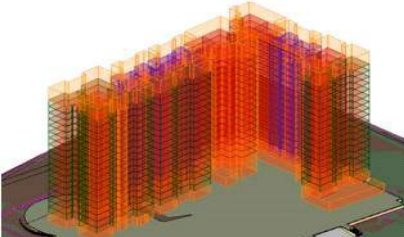
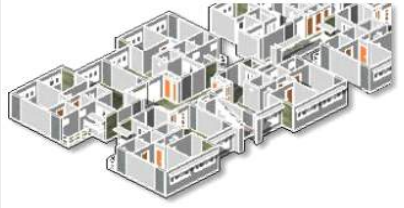

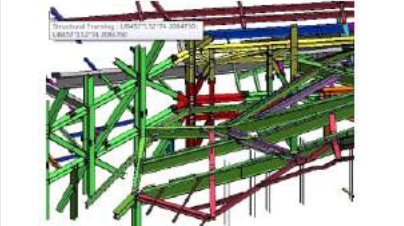
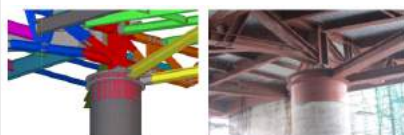
Outra característica dessa etapa é a utilização de *softwares* CAD (Desenho Auxiliado por Computador, em inglês, *Computer Aided Design*) que geram desenhos digitais em 2D e/ou 3D. Neles, os objetos apresentam apenas sua forma, mas não possuem inteligência suficiente para especificar suas propriedades nem os atributos necessários para sua execução (LORENZI *et al.*, 2013). Essa característica acentua a dificuldade de integração e coordenação do projeto.

Diante do exposto, as funções de BIM apoiam, com soluções inovadoras, a coordenação de projetos, a produção documental e a simulação do modelo do empreendimento, sendo que é na fase de projeto que o BIM é mais utilizado por ser a etapa em que o modelo passa por maior detalhamento (MONTEIRO; MARTINS, 2011). Eastman *et al.* (2013) constatam que a quantidade de tempo e número de erros são reduzidos na geração de desenhos de construção para as disciplinas do projeto, pois a realização de mudanças no projeto se dá de forma automática não havendo a necessidade de gerenciamento das correções por parte do usuário, ou seja, quando são necessárias modificações no projeto, desenhos completamente consistentes são gerados à medida que as modificações sejam feitas.

Hergunsel (2011) avalia que outro benefício do uso do BIM é a identificação antecipada de problemas, o que permite que a equipe encontre uma solução antes que este cause impactos de alto custo no empreendimento. Eastman *et al.* (2013) completam que o trabalho com um ou mais modelos 3D coordenados permite que o controle de modificações seja mais bem gerenciado, possibilitando a promoção de melhorias contínuas. Além disso, proporciona a verificação facilitada das intenções de projeto definidas quantitativamente e qualitativamente, sendo que, em qualquer etapa do projeto, é possível extrair uma lista de quantitativos e utilizá-la na estimativa de custos.

Mattos (2014) afirma que o uso do processo BIM faz com que todas as informações utilizadas para a gestão do planejamento e projeto sejam armazenadas na mesma plataforma. Com sua utilização, os profissionais conseguem trocar dados e informações permitindo que se tenha uma maior interoperabilidade e possibilitando que esse fluxo decorra sem erros. Assim, os documentos disponibilizados em um mesmo banco de dados garantem um sistema completo e consistente de dados. O Quadro 1 demonstra como o conceito BIM atua em diferentes etapas do ciclo de vida do projeto, produzindo modelos que auxiliam desde a intenção de projeto até a construção finalizada.

QUADRO 1 – Aplicações do BIM em diferentes fases do ciclo de vida de um empreendimento.

Etapa do Projeto	Conteúdo do Modelo	Ilustração
Conceitual	Estudos conceituais e de viabilidade. Representação com dimensões, áreas, volumes, locação e orientação.	
Projeto Preliminar	Visualização geral dos componentes da edificação e seus sistemas com dimensões, forma, locação, orientação e quantidades aproximadas. Propriedades não geométricas podem ser incluídas nessa fase.	
Projeto detalhado	Versão mais detalhada e precisa dos componentes e sistemas do edifício, com precisão nas dimensões, forma, locação, orientação e quantidades, gerando desenhos detalhados. Propriedades não geométricas podem ser incluídas nessa fase.	
Construção e Fabricação	O modelo para fabricação e montagem é mais completo e detalhado do que na fase anterior, que apresenta maior aplicabilidade para construção. Caso necessário, os detalhes podem ser complementados por modelos em 2D.	
As-built	O modelo possui mesmo detalhamento da etapa anterior, porém atualizado conforme alterações durante sua construção. Seu objetivo é retratar a edificação exatamente como foi construída.	

Fonte: Adaptado de *Building and Construction Authority* (2013).

Considerações finais

No modelo convencional de planejamento e projeto, há falhas na gestão do fluxo de informações, principalmente devido às dificuldades de comunicação entre os profissionais, o que gera projetos desintegrados, com longo período para seu desenvolvimento, erros estruturais e retrabalhos. A mentalidade contratual de arquitetos e engenheiros segmenta o processo construtivo ao sequenciar as atividades e descentralizar as informações com a grande quantidade de envolvidos na concepção e

execução do projeto. A aplicação do conceito BIM surge para sanar esses problemas referentes à falta de compatibilização e integração das informações, uma vez que o controle do processo de elaboração é mais efetivo.

A utilização do conceito BIM no apoio da gestão da construção contribui para o aprimoramento do processo ao disponibilizar em um único banco de dados todos os elementos construtivos e suas relações espaciais, para que todos os envolvidos tenham acesso às informações.

As informações factíveis, consistentes e coordenadas fornecem uma base completa com diversos projetos em um único modelo digital. Com todas as informações integradas, é possível ser feito um melhor gerenciamento dos materiais e da programação das atividades, uma vez que os erros no levantamento de quantitativos e cronogramas de obras são reduzidos. Além disso, um planejamento apoiado em uma plataforma BIM proporciona simulações de atividades críticas antes da execução, permitindo a criação de planos de ações de forma a minimizar seus impactos.

Com o objetivo do artigo sendo de esclarecer a comunidade técnica sobre as aplicabilidades e funcionalidades do conceito BIM, foi visto que seu uso resulta no aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo, de materiais e de redução de alterações durante a execução das obras, possibilitando a compreensão do projeto como um todo a partir do acompanhamento das etapas com uma visualização virtual do resultado final.

Por meio do artigo, foi possível demonstrar que, por mais que os desafios enfrentados inicialmente com investimentos elevados e mudanças de hábitos, a implantação do processo BIM é necessária, uma vez que seus benefícios trarão retornos satisfatórios e convenientes para o mercado.

Referências

ÁVILA, Vinicius. **Compatibilização de projetos na construção civil**: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 84p. Disponível em: <<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg2/78.pdf>>. Acesso em: 12/03/2015.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. Singapore BIM Guide Version 2, 2013. 70 p. Disponível em: <https://www.corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide_V2.pdf>. Acesso em 29/07/2015.

CARON, André. **A utilização de Tecnologias de Informação em escritórios de projeto – um levantamento na região metropolitana da cidade de Curitiba.** Curitiba: UFPR, 2007. 134 p. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0084.pdf>>. Acesso em: 21/03/2015.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** 1. ed. Porto Alegre: Ed. Bookman Companhia ED, 2013. 500 p.

FABRÍCIO, Márcio. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** São Paulo, 2002. 350 p. Disponível em: <http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/projecto_simultaneo_const_edificios/Projeto_Simultaneo_TESE1.pdf>. Acesso em 12/08/2015.

HERGUNSEL, Mehmet. **Benefits of building information modeling for construction managers and bim based scheduling.** Worcester, 2011. Originalmente apresentada como dissertação de doutorado. 95 p. Disponível em: <https://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-042011-135239/unrestricted/MHergunsel_Thesis_BIM.pdf>. Acesso em: 15/03/2015.

LÁZARO, Pedro. **Gestão da informação na construção: aplicação de ferramentas colaborativas no desenvolvimento de projectos de construção.** Porto, 2010. 103 p. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61375/1/000148846.pdf>>. Acesso em: 11/03/2015.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão de processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** São Paulo, 2013. 343 p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/publico/TESE_LEONARDO_MANZIONE.pdf>. Acesso em: 26/06/2015.

MCGRAW-HILL. **Interoperability in the construction industry smartmarket report.** Nova Iorque, p. 4, 2007. **Relatório Anual.** Disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia077485.pdf>>. Acesso em: 12/03/2015.

MARTINS, João; MONTEIRO, André. Building Information Modeling (BIM): teoria e aplicação. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING UBI, 2011, Covilhã. **Anais eletrônicos...** Covilhã: UBI, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/69849>>. Acesso em: 03/03/2015.

PRATES, Vinícius. BIM avança no Brasil. **Revista Construção Mercado**, Ed. 112, nov. 2010. 154 p. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/112/artigo283816-1.aspx>>. Acesso em: 11/03/2015.

SANTANA, Bruno. **Cronograma Físico-Financeiro de uma Obra Vertical: Elaboração, Acompanhamento da Execução e Análise Crítica.** Caruaru, 2012. 57 p. Disponível em: <https://www.ufpe.br/eccaa/images/documentos/TCC/2012.1/tcc2_versaofinal201201%20-%20bruno%20alves%20de%20santana.pdf>. Acesso em: 27/08/2015.

SANTOS, Adriana *et al.* Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**. Florianópolis, SC, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014.

SOUZA, Roberto; ABIKO, Alex. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. São Paulo, 1997. 47 p. Disponível em: <http://www.planoauditoria.com.br/site/download/120908_gestaoqualidade_poli_usp_btpcc190_1.pdf>. Acesso em: 12/03/2015.

STEHLING, Miguel. **A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2012. 165 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/ISMS-8Z4LWY>>. Acesso em: 23/03/2015.

WITICOVSKI, Lilian. **Levantamento de quantitativos em projeto: Uma análise comparativa do fluxo de informações entre as Representações em 2D e o modelo de informações da Construção (BIM)**. Curitiba, 2011. 200p. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0162.pdf>>. Acesso em: 18/08/2015.