

Análise da percepção quanto à implantação e uso da tecnologia BIM na coordenação de projetos: Estudo de caso em obras de edificações residenciais em construtora cearense.

Davi Valente Santos (UFC) davivs@gmail.com
Washington Bastos Silva Filho (UFC) wbastos.filho@gmail.com
Vanessa Ribeiro Campos (UFC) vanessa.campos@ufc.br

Resumo:

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a percepção de usuários quanto à implantação e ao uso do BIM na coordenação de projetos de dois edifícios de uma construtora do Estado do Ceará. A metodologia estabelecida para a realização do estudo foi a coleta de dados mediante formulário *online* com os principais agentes envolvidos na implantação e operação do BIM na empresa. Os colaboradores, majoritariamente, conhecem o conceito, mesmo que superficialmente e entendem o seu potencial. Há uma percepção de inúmeras vantagens na sua utilização, notadamente no que concerne a aspectos de projeto. Já quanto às dificuldades percebidas, os aspectos que foram amplamente relatados pelos entrevistados foram a questão de adaptação do BIM à metodologia de trabalho da empresa e o elevado custo de implantação. Além disso, somente 40% dos entrevistados analisaram como satisfatória a utilização desse conceito na construtora. Por fim, infere-se que o BIM ainda apresenta reduzido impacto na produção, destacando-se fortemente no desenvolvimento dos projetos. As falhas de treinamento e de identificação do impacto do BIM na empresa corroboram para uma reduzida visão holística dos agentes envolvidos sobre os processos e o produto. O BIM precisa ser entendido como um conceito inovador que congrega toda as informações do empreendimento, podendo esse ser utilizado em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento, com grande potencial de geração de valor para os clientes.

Palavras chave: Construção civil, BIM, Projetos, Geração de valor.

Analysis of the perception regarding the implementation and use of BIM technology in the project coordination: Case study on residential building construction in a company from Ceará.

Abstract

This work aims to evaluate the perception of users about the implementation and use of BIM in project coordination of two buildings in a construction company from Ceará. The methodology established for the study was a review of the theme to support the work, a data collection through online form with the main actors involved in the implementation and operation of BIM in the company. The employees, mostly, know the concept, even though superficially and understand its potential. There is a perception of many advantages in use, notably with regard to aspects of the project. Already with regard to perceived difficulties, aspects that were widely reported were the question of adaptation of BIM to the working methodology of the company and the high cost of deployment. Besides that, only 40% of respondents assessed as satisfactory the use of this concept in the company. Finally, it infers that the BIM still has low impact on production, in spite of been strong in the development of projects. Training failures and identifying the impact of BIM in the company support for reduced holistic view of the agent involved and the product processes. The BIM needs to be understood as an innovative concept that

brings together all the information of the enterprise, or be used in all stages of the life cycle of the project, with great potential to generate value for customers.

Key-words: Civil Construction, BIM, Projects, Generating Value.

1. Introdução

A construção civil é um setor industrial de alta importância na economia brasileira. Frequentemente, é considerada como um setor atrasado em relação a outros setores industriais não apresentando níveis desejados de qualidade, produtividade, segurança e custos (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Nos últimos anos, observa-se maior investimento na melhoria do processo produtivo, principalmente devido a maior competitividade entre as empresas. Em paralelo, vê-se maior nível de exigência por parte do consumidor final, o que incentiva a busca por ações que tragam melhorias aos processos desenvolvidos pelas empresas, desde o projeto à execução (ROMCY, 2012).

O desenvolvimento de projetos mais racionais favorece a melhoria do desempenho total da obra, principalmente em conjunto a medidas pareadas na etapa de execução. Estimativas de custo realizadas para obras coordenadas apontaram uma redução de aproximadamente 6% do mesmo com relação a obras similares em que os projetos não foram coordenados. (RODRÍGUEZ; HEINECK, 2001).

Fabrizio (2002) aborda ainda que nesse panorama de elevação de exigências frente a produtos e processos, as empresas vêm buscando cada vez mais novos métodos, mais ágeis e eficientes para desenvolver seus produtos e processos, visando responder à crescente exigência e mudança do mercado. O autor assegura que o processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento no tocante a custos de produção e agregação de qualidade ao produto, ou seja, geração de valor aos clientes.

Dada a necessidade de uma sistemática de projeto mais eficiente, que conseguisse unificar dados mais precisos, favoráveis ao gerenciamento e à tomada de decisão, dando informações integradas e precisas que ultrapassassem a barreira gráfica, surgiu um cenário ideal para inovações de coordenação e gestão, destacando-se o advento do BIM (BOTTEGA, 2012).

O BIM, *Building Information Modeling*, filosofia consoante a conceitos de construção enxuta voltados a coordenação de projetos, proporciona um sistema de novos processos e tecnologias que melhoram a produtividade e eficiência em projetos de construção (ABDIRAD, 2015). Conforme Aouad *et al.* (2011), a implementação do BIM está cada vez mais reconhecida como a melhor prática na indústria da construção, haja vista que proporciona novos processos e tecnologias que melhoram a produtividade e eficiência em projetos de construção. O BIM facilita a simulação digital da construção, desde as fases iniciais do projeto até a etapa de operação, através de integração de informações de projeto, construção e gestão, facilitando, portanto, a gestão na construção.

A sistemática é capaz de integrar informações de projeto, de construção e de gestão. Por consequência, minimiza erros, reduz desperdícios e custos de produção através de ações realizadas desde a etapa de projeto. Assim, trata-se de um expoente para geração de valor ao produto final.

Como uma filosofia diferenciada do sistema tradicional de construção, sua implantação pode apresentar grandes dificuldades. A quebra de paradigmas seculares de produção civil, aliada ao conceito popular bastante vago sobre o sistema BIM, minimizam a aplicação e eficiência dos benefícios apresentados pela tecnologia inovadora.

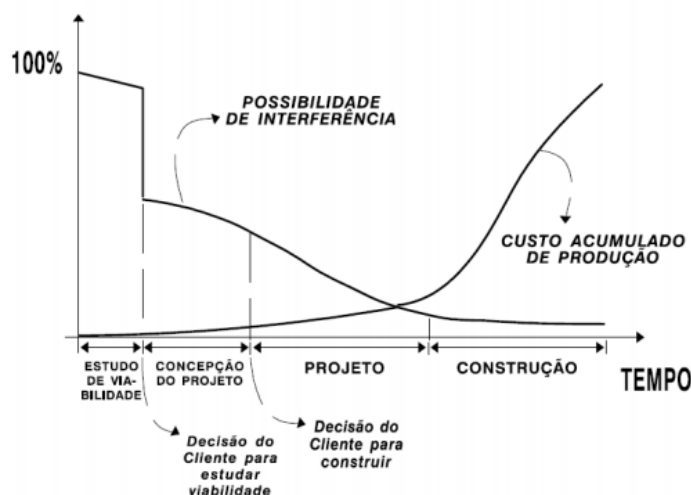
Alguns estudos de implantação do sistema em diversas empresas já foram realizados. Stehling *et al.* (2014) conclui que, de forma geral, os projetos residenciais e comerciais ainda estão em fase inicial do uso da ferramenta, principalmente quando comparados a projetos industriais.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a percepção de usuários quanto à implantação e ao uso da tecnologia BIM na coordenação de projetos de dois edifícios de uma construtora do estado do Ceará.

2. Gestão de projetos de edifícios

Atualmente, a construção civil brasileira vive em um cenário de incerteza, tendo em vista a crise econômica e a instabilidade política em que o Brasil está inserido. Deste modo, dentro dos ambientes das empresas, a atividade de projeto deve estar definitivamente vinculada à estratégia de inovação tecnológica traçada em cada organização, pois é mundialmente reconhecida como fator crucial no bom desempenho empresarial (NAVEIRO; OLIVEIRA, 2001 apud OLIVEIRA, 2005). Portanto, o projeto vem passando por uma evolução conceitual expressiva, ampliando seu escopo e reposicionando seu papel e relevância no contexto do processo construtivo de edificações (PERALTA, 2002).

Fabrizio (2002) mostra que, à medida que o tempo passa, as decisões tendem a se tornar mais caras, dificuldade as modificações e propostas de novas soluções no final do processo. A figura 1 demonstra o que foi explanado.



Fonte: Fabrizio (2002)

Figura 1 – Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento do edifício ao longo de suas fases. Em concordância, Ávila (2011) aponta que, a medida que as etapas de projeto avançam, menor é o impacto da antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção, resultando em retrabalho projetual e construtivo.

Nesse contexto, faz-se necessária a valorização do projeto pelas empresas de construção civil, uma vez que é na fase inicial do empreendimento que são tomadas as decisões que possuem a maior capacidade de influenciar a qualidade e o custo final do produto (MELHADO; AGOPYAN, 1995). Nesse cenário se insere o BIM.

3. Sistema BIM e sua implantação

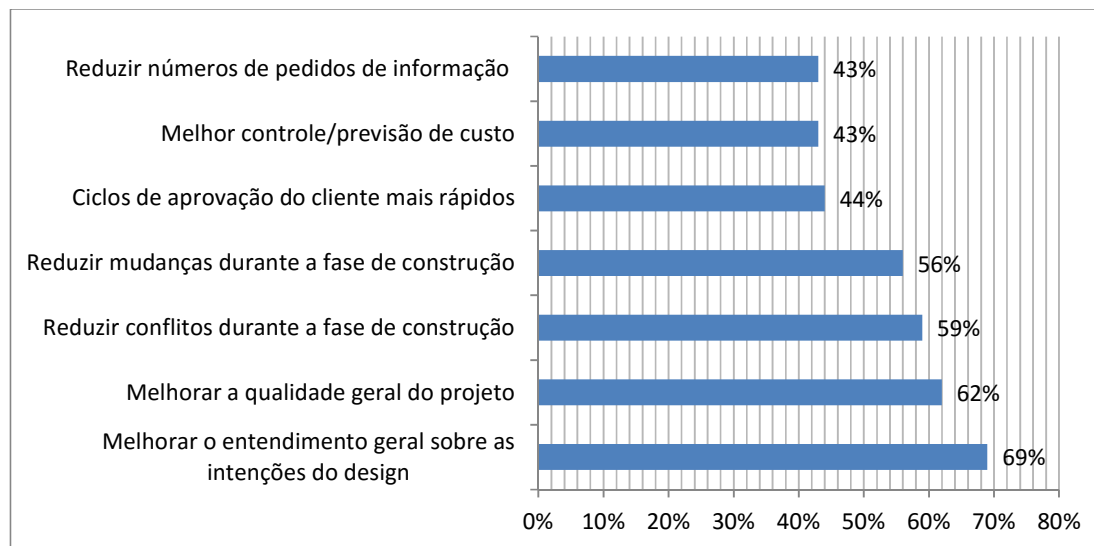
Diferentemente de um simples modelador 3D, a plataforma BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores, AEC, na elaboração de um modelo virtual

preciso. Como alto potencial, gera-se inclusive uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético, previsão das fases da construção, entre outras atividades (EASTMAN *et al.*, 2008).

A base de um sistema BIM é o banco de dados que, além de exibir a geometria dos elementos construtivos em três dimensões, armazena seus atributos e, portanto, transmite mais informação do que modelos CAD tradicionais. Adicionalmente, os elementos ainda são paramétricos, sendo possível alterá-los com reduzido esforço e obter atualizações instantâneas em todo o projeto e áreas integradas. Essas funções estimulam estudos de soluções alternativas, reduz conflitos entre elementos construtivos, enxuga revisões de projeto e melhora índices de produtividade (FLORIO, 2007).

O BIM oferece uma tecnologia potencialmente transformadora pela sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar da arquitetura à gestão de interferência das instalações (SANTOS *et al.*, 2009). Outra vantagem da sistemática é a facilidade de comunicação e integração de todos os profissionais no processo de projeto e de construção.

Relacionando-se os principais benefícios provenientes da adoção do sistema BIM à percepção de profissionais e usuários, destaca-se a pesquisa realizada pela *McGraw-Hill Construction* em 2010 nos Estados Unidos e na Europa Ocidental, notadamente França, Reino Unido e Alemanha. A pesquisa apurou os benefícios do BIM identificados por usuários do modelo. O estudo abrangeu 404 arquitetos, 162 engenheiros, 194 contratantes e outros 188 agentes, entre fabricantes, consultores e demais usuários, totalizando 948 profissionais (BLANCO, 2012). O resultado da pesquisa está ilustrado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de *McGraw Hill Construction* (2010) *apud* Revista AU (2011).

Figura 2 – Maiores benefícios apontados por usuários do BIM

Nessa pesquisa, analisou-se ainda quais os benefícios do BIM que mais favorecem o retorno do investimento necessário à modelagem. Isso pode ser observado na Figura 3.



Fonte: McGraw Hill Construction (2010)

Figura 3 – Benefício do BIM x Payback

Apesar de todos os benefícios apontados, a transição para o BIM apresenta as seguintes dificuldades (MENEZES, 2011):

- Alto custo de treinamento de pessoal;
- Alto custo de computadores e *softwares*;
- Criação de *templates* próprios com famílias e bibliotecas adequadas à normatização nacional;
- Mudança da cultura organizacional.

Quanto à implantação, Computer (2012) indaga que as empresas não deveriam questionar entre adotar ou não o BIM, mas sim definir em que áreas utilizar esta tecnologia e planejar detalhadamente a implantação. Esta afirmativa é favorável ao controle de dificuldades apresentadas pelo sistema, visando maximizar o valor do produto e minimizar os custos e impactos de implantação.

Tobin (2008) entende que a implantação do BIM pode ser interpretada em três níveis. No nível 1.0 é incorporada a modelagem 3D orientada a objetos com objetivo de melhorar a coordenação e agilizar a produção da documentação. No nível 2, o universo é ampliado para modelagem orientada a objeto para todos os agentes da construção civil, incorporando diferentes usos do modelo de informação, além da representação como análises de desempenho, planejamento, gestão de facilidades. Também inclui modelos unificados englobando as diversas disciplinas. Finalmente, o nível BIM 3 incorpora o conceito de modelos BIM, como “*protobuildings*” construídos em rede colaborativa.

4. Metodologia

O processo de implantação do BIM foi estudado em uma construtora de médio porte do estado do Ceará. A construtora implantou o BIM na etapa de desenvolvimento de projetos de dois

empreendimentos verticais e residenciais multifamiliares. O primeiro empreendimento é composto por 1 torre de possui 24 pavimentos, sendo 1 subsolo de garagem, 1 térreo e 1 sobressolo de garagem, 1 lazer, 19 tipos e 1 cobertura de lazer, contemplando uma área total construída de 15.555,00 m². Já o segundo é composto por 2 torres de 18 pavimentos, sendo, comum às 2 torres, 1 térreo, 1 sobressolo de garagem, 1 lazer e 13 tipos, 1 cobertura de lazer e 1 coberta por torre. Sua área total construída é de 12.408,55 m².

Foram contratados duas empresas para implantação do BIM nas respectivas obras. Cada consultor se responsabilizou pela modelagem dos projetos pré-executivos e executivos de um empreendimento, incluindo arquitetura, estrutura, instalações hidrossanitárias, elétrica, telefone, TV, proteção contra incêndio e gás, junto aos estudos de compatibilidade entre as disciplinas. Também realizaram treinamentos básicos sobre as ferramentas de visualização de informações, forneceram protótipos virtuais das edificações e quantificaram os materiais da obra para a confecção de orçamento por localização e por itens da EAP, Estrutura Analítica de Projeto, definida pela construtora. Todavia, a gestão dos processos terceirizados, comunicação com projetistas e uso de ferramentas ficou a cargo da gerência de sala técnica da contratante.

A utilização do BIM foi iniciada na empresa na etapa de desenvolvimento do projeto, portanto tendo um caráter inicial puramente de compatibilização. Tendo em vista essa situação, o BIM ficou concentrado inicialmente no escritório central, em particular com a sala técnica da construtora, diretoria e engenheiros das obras, uma vez que estes participaram ativamente das reuniões de projeto da edificação.

Em seguida, com os projetos desenvolvidos e a demanda forte de aferição de custos por parte da empresa, iniciou-se a quantificação dos materiais. As empresas contratadas quantificaram os materiais e serviços para composição e aferição do orçamento da obra.

Por fim, com a obra em andamento, iniciou-se a etapa de uso do modelo construído por parte dos colaboradores da obra. O objetivo seria a consulta por parte da administração da obra para verificação de projeto, auxílio nas decisões construtivas tomadas na etapa de desenvolvimento dos projetos, treinamentos e explicação das atividades para a mão-de-obra de campo, etc.

A coleta de dados foi realizada através de preenchimento de formulário *online*, utilizando-se da ferramenta *google forms*. Foram realizadas 23 questões dicotômicas, de múltipla escolha e abertas. As questões buscavam identificar dados sobre os usuários, percepções sobre o BIM, suas vantagens, dificuldades, importância, maturidade, satisfação, viabilidade e sobre os atos realizados pela construtora e consultoria para implantação. Para definição do universo amostral, foram identificados os envolvidos diretos com a sistema BIM. No total foram elencados 10 colaboradores, dentre eles estagiários, engenheiros de obras e de sala técnica da empresa e o diretor técnico. Com base nisso busca-se contribuir no sentido de ilustrar todas essas perspectivas de implantação para empresas que busquem melhorar seus processos de projeto, reduzir desperdícios e gerar valor para seus clientes.

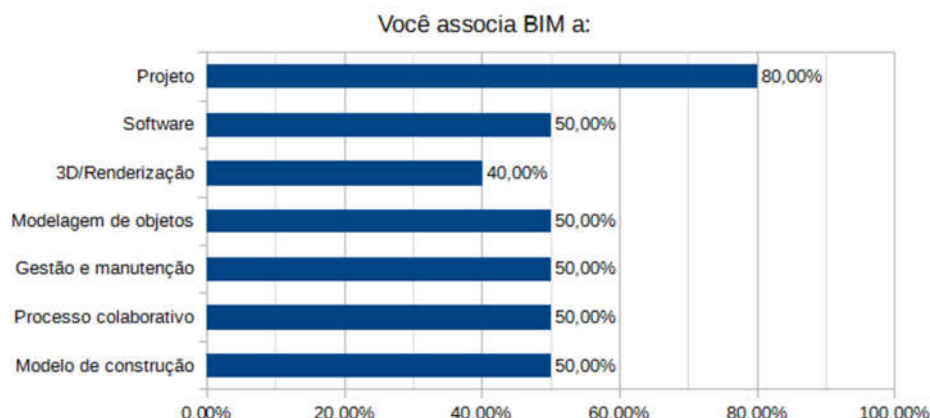
Observa-se que o conceito do BIM seria fortemente utilizado no sentido da pré-construção do edifício, na tomada de decisões em níveis estratégico, tático e operacional, na compatibilização e orçamentação do empreendimento e uso na obra, sendo, portanto, ainda um uso inicial do potencial desse conceito. Todavia, tendo em vista a inovação, um dos valores principais da empresa, buscou-se se utilizar desse conceito para se realizar uma construção mais eficiente e com mais valor agregado.

5. Resultados e discussão

Os entrevistados faziam parte da sala técnica, obras, consultoria e diretoria homogeneamente. Suas funções variavam desde os estagiários de sala técnica e obra aos consultores e diretor

técnico. A idade dos entrevistados era majoritariamente menor de 35 anos, todos com menos de 55 anos. Todos também declararam conhecer o conceito de BIM, através principalmente da formação profissional não acadêmica.

Quanto a associação do termo BIM, 80% dos usuários associou a projeto. Tal associação é duas vezes maior que as opções de *software*, 3D/Renderização, modelagem de objetos, gestão e manutenção, processos colaborativos, modelo de construção, conforme ilustrado na Figura 4.



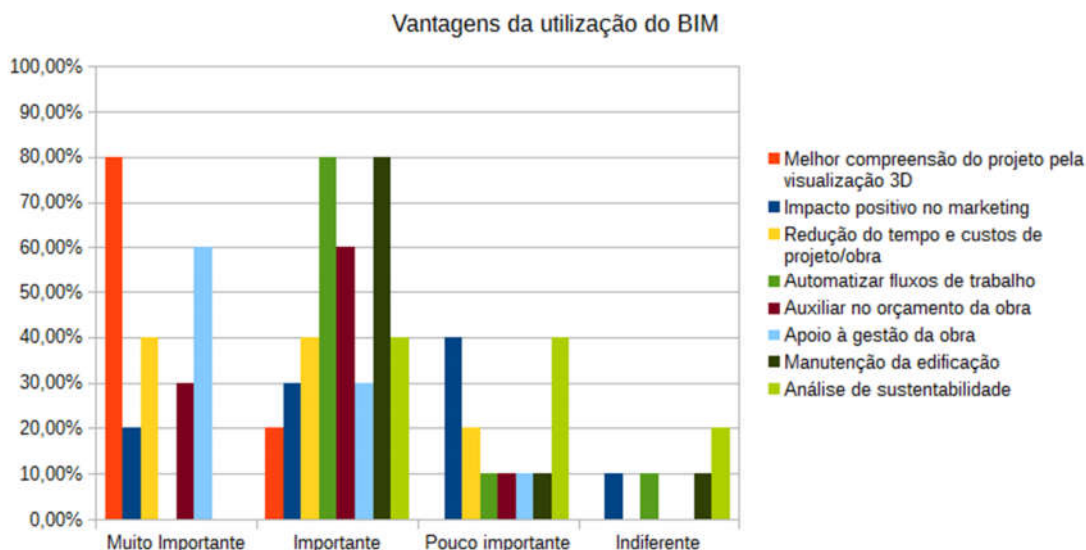
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Associação BIM

Sobre a percepção dos entrevistados sobre as vantagens do BIM, a totalidade apontam que a compreensão do projeto em 3D e redução de erros são importantes ou muito importantes. Em menor grau, também foi considerada importância a redução de tempo e custo no projeto/obra, os fluxos automatizados, o auxílio no orçamento, o apoio a gestão da obra e a manutenção da edificação. Foram considerados menos importantes o impacto no marketing e a análise de sustentabilidade, conforme ilustrado na Figura 5.

As opiniões se equilibraram entre sim e não quando questionados sobre a ações da construtora e consultoria quanto a busca de guia de implantação, de informações sobre mudanças comuns processo tradicionais para BIM e oferta de treinamento para assimilação dos conceitos. A maioria dos entrevistados concordou quanto ao fornecimento de treinamento para uso do *software* de visualização e que não há manutenção e atualização do treinamento para melhor entendimento do BIM. Todos apontam como importante para a empresa adquirir mais conhecimento na área.

As principais dificuldades apontadas foram a adaptação do BIM com a metodologia de trabalho da empresa, elevado custo, uso do *software* e falta de treinamento da mão-de-obra. Poucos apontaram dificuldade em entender a metodologia de trabalho e ninguém apontou a falta de mão-de-obra ou outras dificuldades, conforme Figura 6.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 – Vantagens do uso do BIM



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6 – Dificuldades encontradas no uso do BIM na empresa

Quanto aos benefícios percebidos foram apontados principalmente a facilidade de interpretação de projeto e análise de incompatibilidades. Outros benefícios citados pela maioria inclui a melhora na qualidade do projeto e redução de mudanças de projeto durante a fase de construção, segundo os dados da Figura 7.

A maioria dos entrevistados consideram a implantação do BIM na construtora ainda com nível de utilização inicial, com metodologia tradicional de CAD 2D e 3D, em uma plataforma de trabalho comum aos intervenientes, com *standards* de organização de informação e formatos, sem uso adequado do potencial da metodologia BIM. Embora a maioria concorde no uso da ferramenta para gestão e manutenção do edifício, apenas 60% dos entrevistados apontam a ferramenta como viável para a realidade da empresa e só 40% consideraram satisfatório o uso da metodologia BIM nos empreendimentos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7 – Benefícios encontrados no uso do BIM na empresa.

A implantação do sistema, considerada insatisfatória, se deu inicialmente pela falta de treinamentos efetivos com todos os colaboradores aliada a falta de atualização dos usuários capacitados. Além disso, a ausência de um guia de implantação e identificação dos impactos de mudanças processuais ocasionadas pelo uso do BIM justificam a insatisfação nos resultados.

A visão dos entrevistados quanto ao potencial do BIM se relaciona fortemente a etapa de projetos. Similar ao estudo realizado por Stehling *et al.* (2014), é dado menor grau de importância a fatores relacionados a produção, como a redução de tempo e custo, os fluxos automatizados, o auxílio no orçamento, o apoio a gestão da obra. Apenas metade dos usuários atenta para a diversidade de possibilidade de uso do conceito na empresa. Isso denota a visão ainda limitada dos profissionais envolvidos no que compete ao BIM na empresa.

Por fim, nas questões abertas sobre viabilidade, embora os entrevistados tenham divergido quanto a esse aspecto, ficou claro que, em termos de projetos, o sistema foi bem utilizado, mas não se obteve alcance considerável na produção.

6. Conclusões

O estudo realizado busca contribuir para o mercado e para a academia no sentido de entender o melhor funcionamento de uma implantação BIM em empresas construtoras com base na experiência atestada no estudo de caso. Nesse sentido, foram observados diversos benefícios e dificuldades na implantação que podem servir de experiência para a continuidade de implantação por parte da empresa estudada, assim como para implantações em outras empresas.

Observou-se que, para os empreendimentos estudados no estado do Ceará, a implantação do conceito BIM ainda se apresenta em fase inicial, similar ao resultado conseguido em outros estudos supracitados. Particularmente, foram identificadas falhas em questões de treinamento da equipe envolvida e identificação dos impactos do BIM nos processos da empresa.

Todavia verificaram-se diversos benefícios, notadamente na questão de interpretação de projetos com a visualização 3D, verificação de incompatibilidades, além de auxílio na gestão da obra. Verificou-se também o apoio de maior parte dos colaboradores pela continuidade do processo para que se consiga tirar mais proveito do BIM, assim como propostas dos mesmos para melhorar o uso desse conceito na empresa.

Observou-se, o interesse pelo uso da ferramenta em contraste às resistências relacionadas a mudança cultural necessária para uso da metodologia inovadora. De maneira geral, falta aos profissionais intervenientes, como engenheiros e arquitetos, uma visão holística do empreendimento e entendimento das funções e benefícios não só na etapa de projetos, como na área de produção e afins, além da geração de valor agregado para o produto final em toda sua vida útil.

O BIM precisa ser entendido como um conceito inovador que congrega toda a informação do empreendimento, podendo essa ser utilizada em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento. Para uma implementação mais eficiente, precisa-se que a empresa busque estimular mudanças culturais, estabelecendo novos prazos de desenvolvimento de projeto e modificando o processo produtivo com o objetivo principal de gerar valor para os clientes com projetos bem construídos e bem resolvidos.

Referências

ABDIRAD, H. (2015). *Advancing in Building Information Modeling (BIM) Contracting: Trend in the AEC/FM Industry*. AEI 2015: pp. 1-12; *American Society of Civil Engineers*. doi: 10.1061/9780784479070.001.

AOUAD, G., WU, S., & LEE, A. *Computer Aided Design Guide for Architecture Engineering and Construction*. Florence, KY, USA: Routledge, 2011.

ÀVILA, V. M. Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011. 84 f. Monografia – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2011.

BLANCO, M. Saiba o que as empresas têm a ganhar ao adotar a modelagem da construção para empreendimentos residenciais e comerciais. *Revista Construção* Nº15. Fevereiro 2012.

BOTTEGA, B. S. Avaliação dos efeitos do uso da tecnologia BIM sobre a coordenação de projetistas. 2012. 69 f. Monografia – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

COMPUTER, Integrated Construction Research Program. *BIM Project Execution Planning Guide. Version 2.0*, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, abr. 2012.

EASTMAN, C. et al. *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

FABRÍCIO, M. M. Projeto simultâneo da construção de edifícios. 2002. 329 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FLORIO, W. Contribuições do *building information modeling* no processo de projeto em arquitetura. In: SEMINÁRIO TIC 2007 – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: TIC 2007, 2007. CD-ROM.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. (2010). *The Business Value of BIM In Europe. Getting Building Information Modeling to the Bottom Line in the United Kingdom, France and Germany. Smart Market Report*. Disponível em: <http://images.autodesk.com/adsk/files/business_value_of_bim_in_europe_smr_final.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2016.

MELHADO, S. B.; AGOPYAN, V. O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo: EPUSP, 1995. Boletim Técnico PCC n. 139.

MENEZES, G. L. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, v.18, n.22, 21º sem. 2011.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. (2003). A indústria da construção na era da informação. *Ambiente Construído*, 3(1), 69-81.

OLIVEIRA, G. G. Coordenação de projeto de obra de edificação: proposta de ferramenta computacional para programação e controle de fluxo de informações com uso de sistema colaborativo. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PERALTA, A. C. Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte. 2002. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

REVISTA AU. edição nº 208. São Paulo, Editora Pini. Julho 2011.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. Coordenação de Projetos: Uma Experiência de 10 anos dentro de Empresas Construtoras de Médio Porte. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º, Fortaleza (CE), 2001. Artigo técnico. 2001. 12p.

ROMCY, N. M. S. Proposta de tradução dos princípios da coordenação modular em parâmetros aplicáveis ao *building information modeling*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Construção Civil) – Universidade Federal do Ceará. Centro de Tecnologia. Fortaleza, 2012.

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de construção civil. Revista ibero-americana de engenharia industrial. Florianópolis, SC, vol.1, nº 2, p. 24-42, dez. 2009.

STEHLLING, Miguel P.; ARANTES, Eduardo M. Análise do processo de implantação de BIM em empresas de projetos industriais e arquitetônicos em Belo Horizonte. UNICAMP, PARC, vol.5, n.1, p.35-44. Campinas, 2014.

TOBIN, John. *Proto-Building: To BIM is to Build.* AECbytes. *Building the future.* 2008. Disponível em: <www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/Proto-Building.html>. Acesso em: 13 jul. 2016.