

CONTRIBUIÇÕES DA TECNOLOGIA BIM PARA O PLANEJAMENTO DE UM EMPREENDIMENTO PÚBLICO¹

OLIVEIRA, Edson de Jesus (1); SANTANA, Júlio César (2); SANTOS, Débora de Gois (3)

(1) UFS, e-mail: Edson.jesus12@hotmail.com; (2) UFS, e-mail: juliosantana14@gmail.com; (3) UFS, e-mail: deboragois@yahoo.com.br

RESUMO

O presente artigo objetiva investigar as contribuições da tecnologia BIM no levantamento quantitativo e no planejamento de obra para um empreendimento público. O nível do estudo apresentado é trabalho final de curso. Como método de trabalho foi adotado o estudo de caso de um empreendimento público de ensino, considerando os projetos arquitetônico e estrutural. Além da modelagem do projeto em 3D, foram consultados documentos e elaboradas planilhas eletrônicas para a comparação do levantamento quantitativo e realizadas entrevistas semi estruturadas com os projetistas envolvidos no processo de elaboração do projeto. Como resultados, observa-se que o processo projetual em 2D apresentou diversas falhas, por alterações nos projetos e indefinições dos clientes. Os levantamentos quantitativos pelo método convencional e utilizando a tecnologia BIM divergiram entre si, devido a erros no levantamento de material. Essa pesquisa contribui para os estudos de aplicação da tecnologia BIM em empreendimentos públicos e no entendimento do comportamento dos projetistas que ainda não são usuários da tecnologia BIM.

Palavras-chave: Projetos. BIM. Planejamento.

ABSTRACT

This article aims to investigate the influence of BIM technology in materials quantitative measurements as well as in construction planning of a public building project. A graduation conclusion work originated this study. The study case of a public building project, adopted as working method, considers its architectural and structural designs. As well, the research went through the project's documents and the project's spreadsheets in order to compare quantitative measurements made through different methods. In addition, conduct semi structured interviews with the designers involved. As a result, identifies that the 2D representation presented several flaws, due to unfolowed changes among the two disciplines designs and problems with unsolved clients' definitions. Quantitative measurements made according to the conventional method and the one using BIM technology diverged one from the other, due to mistakes identified in the measurements enquiry. This research contributes to the studies of BIM technology application in public construction projects in the same way that improves the understanding of the designers' behavior not yet BIM technology users.

Keywords: Construction Designs. BIM. Planning.

¹ OLIVEIRA, Edson de Jesus; SANTANA, Júlio César; SANTOS, Débora de Gois. Contribuições da tecnologia BIM para o planejamento de um empreendimento público. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Entorno da década 1960 começaram a surgir no Brasil os primeiros escritórios especializados nas disciplinas de arquitetura, e de engenharia civil. Segundo Mikaldo Jr. (2006), Mikaldo Jr.; Scheer (2007) e Sousa (2010), nesses, a coordenação do desenvolvimento dos trabalhos dava-se pela equipe de profissionais que trabalhava de forma conjunta dentro das empresas, ou seja, a mesma equipe responsável pelos projetos era responsável também pela construção (construtibilidade).

Porém, com o passar do tempo isso mudou para uma realidade onde o processo passou a ser composto de equipes especializadas, mas fragmentadas. De acordo com Mikaldo Jr.; Scheer (2007), como há a separação entre a equipe de atividade de projetos da equipe de execução, algumas empresas e segmentos começaram a perceber a necessidade de compatibilizar os projetos, aparecendo a figura dos coordenadores e ou de equipes internas ou externas de projeto.

Fontenelle (2002), Adesse; Melhado (2003), Ávila (2011), Rodríguez; Heineck (2001; 2003) e Nascimento (2014) reforçam a ideia da importância do coordenador de projetos para se obter a racionalização e a construtibilidade, por meio de padronização, responsabilidade dos profissionais, qualidade e, por fim, o enriquecimento de informações geradas, decisões, custos e compatibilização, devido ao crescimento das especializações dos profissionais atribuídos nos projetos e na execução dos mesmos.

A compatibilização passa a ser uma ferramenta importante no processo de desenvolvimento dos projetos, reduzindo retrabalhos, custo da construção e prazos de execução (ÁVILA, 2011). Santos (2003) ressalta que a colaboração é importante para o sucesso das empresas, seja na troca de informações ou na atribuição para a melhoria da qualidade.

Segundo Romano (2003) e Ferreira (2007), nas atividades de projetos, os atos de colaborar e coordenar são muito importantes para ocorrer a eficiência dos projetos.

Ferreira (2001, p.1) afirma que “a definição de projetar e planejar é exatamente a mesma”. Ferreira (2001) e Duarte (2011) definem projeto como processo de planejamento da obra. Então, o planejamento é a ferramenta administrativa que permite compreender a realidade, avaliar os caminhos, organizar um referencial futuro, estruturando o caminho adequado e reavaliar todo o processo (MONTEIRO; SANTOS, 2010).

Conforme Pereira (2013), a compatibilização de projeto, utilizando a tecnologia BIM, tem o intuito de obter informação do processo modelagem para melhoria da edificação, além de conseguir conhecimento de construção com planejamento, gerenciamento, coordenação etc. Com isso, traz resultados satisfatórios para a edificação para reduzir os efeitos negativos atribuídos nos projetos, ou seja, desperdícios de matérias, tempo,

incompatibilização e custos (Masotti, 2014), interligando compatibilização com o planejamento para eficiência do BIM.

O BIM é uma tecnologia que reúne dados e representação espacial digital dos projetos e fases de uma obra, inclusive planejamento, orçamento e até compras de suprimentos e gestão do canteiro, a partir do qual se pode comparar, por exemplo, o andamento dos trabalhos com o cronograma planejado (SANCHEZ, 2014).

Segundo Masotti (2014), o BIM está associado ao planejamento que envolver o tempo (4D), que atribui e define quando será realizada a compra de cada elemento, seu armazenamento, preparação, instalação e utilização. Além destes fatores, o planejamento tem como objetivo organizar a logística do canteiro de obras, a manutenção, os equipamentos utilizados, e, por fim, a movimentação das equipes. Já o orçamento está associado à 5D, em que o custo está adicionado ao modelo do empreendimento utilizando o BIM.

Oliveira et al. (2014) comentam que as empresas contratadas devem utilizar a tecnologia BIM para a compatibilização dos projetos de cada disciplina e que os profissionais destas disciplinas possam interagir entre si, atribuindo as informações necessárias e solucionando as interferências entre os elementos dos diversos sistemas da edificação. Além disso, a tecnologia possui a capacidade de efetuar ou gerar quantitativos de materiais automaticamente (MASOTTI, 2014).

Koskela et al. (2010) reforçam que o BIM é visto como um conjunto de tecnologias de desenvolvimento que facilitam e encorajam a mudança, particularmente no projeto e na melhoria do processo de construção.

A NBR 15965-7 (ABNT, 2015) tem por objetivo apresentar a estrutura de classificação que define as características dos objetos da construção para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção pela indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Em termos do planejamento e da logística de obra, o processo BIM permite antever os problemas de projeto e antecipar as decisões, estimar os custos e o cronograma da obra com mais precisão, aumentar a confiabilidade do projeto e eliminar erros e retrabalhos (BARBOZA, 2010; MORAIS et al., 2013).

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as contribuições da tecnologia BIM no planejamento e no levantamento dos quantitativos de um empreendimento público, através da modelagem dos projetos arquitetônico e estrutural, com intuito de compatibilizar os mesmos.

2 MÉTODO

Por limitação de tempo, na descrição do empreendimento em estudo, foram verificados e analisados as interferências entre os projetos arquitetônico e estrutural.

A equipe técnica da Instituição de Ensino Superior utilizou os softwares AUTOCAD®, para o projeto arquitetônico, e EBERICK V9 GOLD® e AUTOCAD®,

para o projeto estrutural. Após analisar esses projetos, os pesquisadores realizaram a modelagem 3D BIM, no software REVIT®. Em seguida, foram verificados e comparados os dois métodos.

Para a coleta de dados do estudo de caso, foram analisadas todas as documentações fornecidas pelo setor público e realizadas entrevistas com os projetistas de arquitetura e estrutural, através de um questionário com perguntas abertas, tendo como foco o detalhamento do método de elaboração, softwares, gestão e coordenação de projetos adotados.

Foi possível então identificar os materiais de construção e os elementos construtivos, bem como a distribuição das atividades atribuídas aos profissionais de projeto dentro de um processo baseado no método convencional.

Para iniciar a modelagem dos projetos em 3D, foi criado um template a partir de um software com propriedades BIM, envolvendo restrições, parametrizações, raciocínio lógico e os materiais que foram aplicados nos elementos associados ao projeto, com o objetivo de efetuar a modelagem das disciplinas pesquisadas e obter os levantamentos quantitativos de materiais do projeto automaticamente, com a definição de cada elemento associado ao projeto, propiciando o controle dos materiais.

3 RESULTADOS

3.1 Modelagem do projeto em estudo e entrevistas

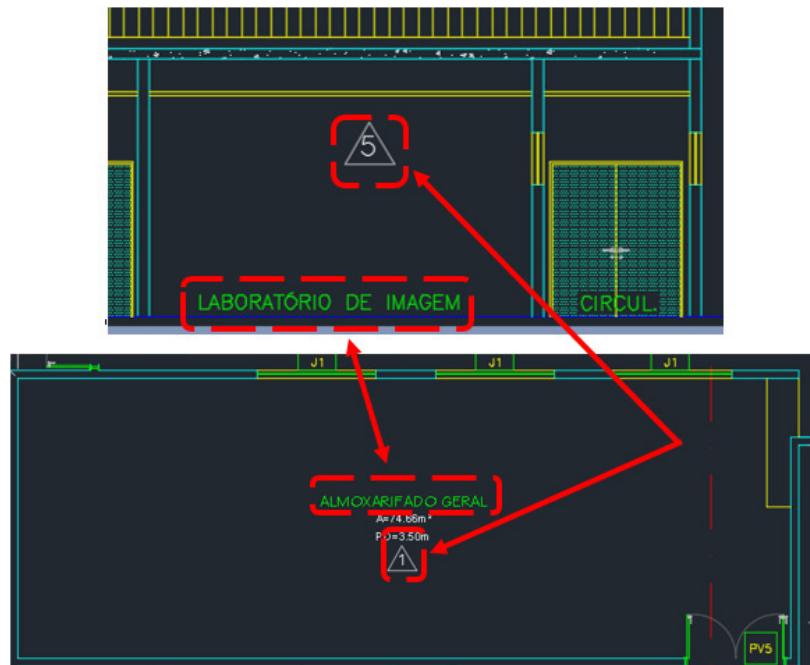
O procedimento de criação de template foi importante para extrair os quantitativos no processo realização modelagem. Pois, a exatidão da quantidade de insumos e serviços dependerá da assertividade em configurar corretamente essas informações associadas ao modelo 3D. Nesse sentido, uma parede deixa de ser representada, em projeto, pelo desenho de duas linhas paralelas e passa a ser uma simulação do objeto real a ser construído, no qual estão sistematizados e organizados os dados (dimensionais, qualitativas, custo, tempo etc.) que se queiram obter para auxiliar o planejamento da construção.

No processo de modelagem 3D, foram encontradas incompatibilidades entre os projetos de arquitetura e de estrutura, provavelmente devidas à má interpretação da representação em 2D, figuras 1 e 2. Verifica-se na figura 1 que ocorreu incompatibilidade entre a planta baixa e o corte FF referente a um mesmo cômodo. Enquanto que em uma delas a descrição do ambiente é "almoxarifado geral e nomenclatura 1" na outra é "corte FF e nomenclatura 5". Por sua vez, a figura 2 apresenta o conflito entre projeto arquitetônico e estrutural em termos do posicionamento de elementos estruturais, sistema de cortina vidraça e esquadrias na sala de espera.

A partir das entrevistas estruturadas foi possível fazer uma análise do processo de projeto para o empreendimento pesquisado, bem como extrair relatos dos profissionais sobre a tecnologia BIM. Observou-se nas entrevistas que a

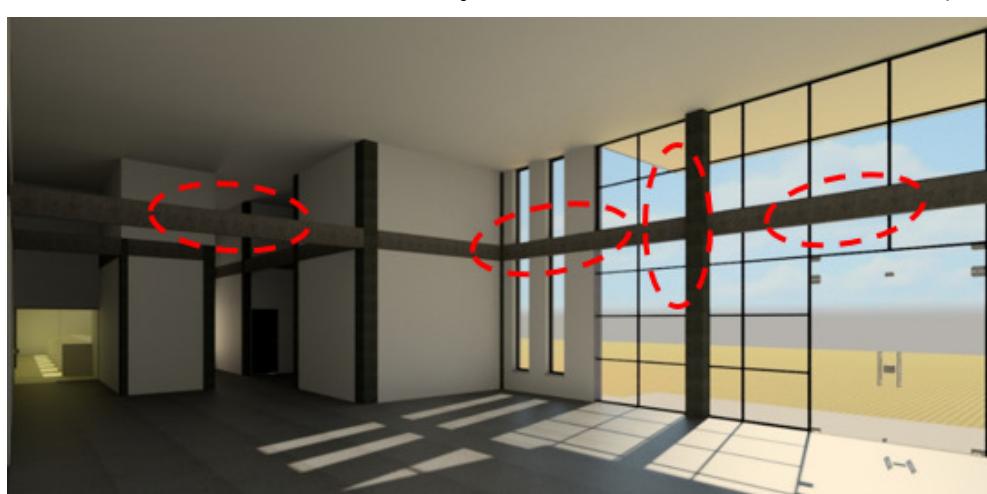
equipe de projetos da Instituição, antes de iniciar qualquer projeto, reúne os interessados, projetistas, gestor e cliente (contratante) para discutir e propor soluções para o empreendimento que se quer construir.

Figura 1 – Incompatibilização entre as nomenclaturas entre a Planta baixa e o corte -FF das pranchas 02 e 04, respectivamente.



Fonte: DIPRO (2013)

Figura 2 – Incompatibilidade do pilar PG47, viga VG11 e duas janelas J9, do bloco G, com o sistema de cortina vidraça na entrada do ambiente de espera.



Fonte: Os autores

Em termos de roteiro para elaborar projetos, a arquiteta inicia suas atividades com o levantamento das necessidades dos clientes (programa de necessidades). É nesse momento que são colhidas informações em termos de função, para que e para quem se destinará o empreendimento, atividades que serão ali desempenhadas, equipamentos a serem utilizados, área, preço, localização, etc. Existe ainda pesquisa em outras Instituições de

Ensino e nas normas técnicas que devem ser aplicadas. O valor do empreendimento impactou bastante nas decisões tomadas, em que foi necessário equilibrar a relação custo/área a ser construída.

Já para o calculista estrutural, os documentos usados na elaboração do projeto são a ordem de serviço, o projeto arquitetônico e o relatório de sondagem do solo. Os softwares utilizados para o dimensionamento das estruturas foi o Eberick®, que gera a modelagem e suas respectivas informações (dimensional e ou matemática).

Na análise das entrevistas, percebe-se que, na maioria das vezes, os profissionais de projeto trabalham isoladamente; as reuniões de discussão de projetos que ocorrem não são formalizadas ou documentadas; o ambiente é pouco colaborativo; há carência de procedimentos detalhados e existem problemas nas tomadas de decisão. Isto significa que não há planejamento formalizado, coordenado e organizado para compreensão e controle de toda as etapas das atividades de projetos.

Essa postura resultou em dificuldades, tanto no que se refere à compatibilização dos projetos em 2D como em termos de aprendizado e da aplicação prática dos conceitos e métodos BIM, conforme descrito na literatura. Essas limitações contribuíram para o surgimento de interferências que resultam em problemas no canteiro de obras, principalmente em perdas por retrabalho.

3.2 Comparação com o método convencional

No processo de elaboração da modelagem dos projetos, utilizando a tecnologia BIM, pôde-se observar maior precisão quando comparado com o processo convencional, tanto no levantamento de quantitativos (Tabela 1) como na identificação das interferências.

O levantamento quantitativo no processo BIM tem uma menor probabilidade de erro, devido ao fato de ser automático e poder ser visualizado no projeto em tempo real, correlacionando o local onde o material é aplicado com a planilha de quantitativos. Porém, não é possível considerar que o sistema seja a prova de erros, pois se o profissional não realizar todo o planejamento de organização do template como parametrizações, restrições, controle e verificações no processo de modelagem pode também gerar erro no modelo e nas planilhas no processo BIM. Nesse estudo de caso, quando se realizava as configurações do template, se efetuava análise dos parâmetros e materiais que geravam o modelo, com o intuito de obter um planejamento e um levantamento de quantitativo com mais controle e precisão durante o processo de modelagem, ou seja, realizando o controle do processo BIM.

No método convencional, observa-se ainda que o levantamento dos quantitativos foi realizado por meio de planilhas eletrônicas ou arquivos de texto a partir da verificação dos projetos não compatibilizados, o que pode incidir em erros construtivos.

Tabela 1– O quadro de comparação entre o método convencional (MC) e BIM.

MATERIAL	MC – ÁREA (m ²)	BIM – ÁREA (m ²)	DIFERENÇA MC – BIM (m ²)	MARGEM (%)
Alvenaria	5171,47	6149,99	-978,52	15,91
Chapisco externo	5211,07	5308,28	-97,21	1,83
Emboço externo + reboco externo	5211,07	5308,28	-97,21	1,83
Argamassa baritada	481,18	749,75	-268,57	35,82
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor areia M4330	2041,94	1834,13	207,81	11,33
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor barents M6329-	990,91	489,08	501,83	102,61
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor porto M11804-	793,27	482,27	311	64,49
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor Évora M11661-	990,47	280,82	709,65	252,71
Cobertura	2747,29	2795,51	-48,22	1,72
Painel de Alu/composto – vermelho	385,37	323,87	61,5	18,99
Painel de Alu/composto - cinza	146,79	67,44	79,35	117,66

Fonte: Os autores

Como pode ser visto na tabela 1, houve diferenças consideráveis no comparativo dos materiais, ficando difícil realizar uma análise ou comparação com mais coerência.

Em termos da verificação das interferências dos elementos associados aos projetos de arquitetura e estrutural, foram analisadas interferências em 4 categorias: pilares, portas, janelas e telhados (figuras 3 e 4). Como resultado, foram identificadas 10 interferências entre pilares e portas, 17 interferências entre pilares e janelas e 14 interferências entre pilares e telhados.

O processo de verificação de interferências pelo método convencional é realizado visualmente pelos profissionais. Os projetos, digitalizados em 2D no AUTOCAD®, foram sobrepostos para buscar os desajustes dimensionais revelados pela sobreposição dos projetos e apontar quanto uma disciplina estaria interferindo em outra, e a partir dessa análise decidir os ajustes de projetos a serem realizados.

Ao utilizar a tecnologia BIM, verificou-se melhor desempenho das características dos projetos e da própria edificação, bem como redução de alterações de construção e custos adicionais, além de contribuir para localizar os locais das interferências tanto em plantas baixas com vista 3D (figura 5).

Figura 3 – Verificação da interferência entre os elementos de categoria de pilares com a do telhado.

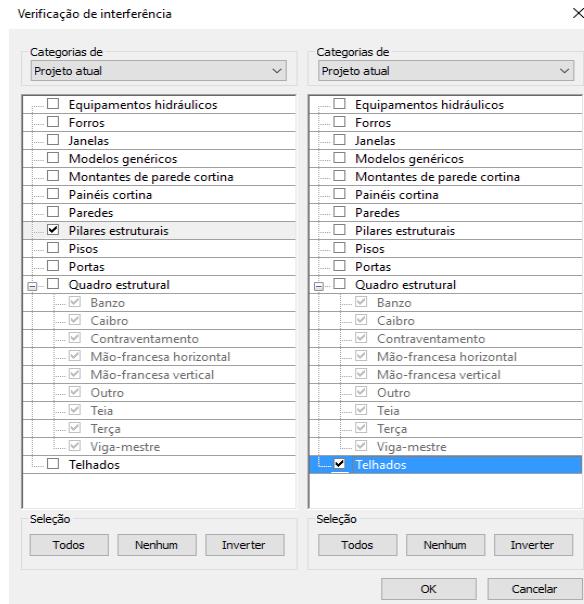
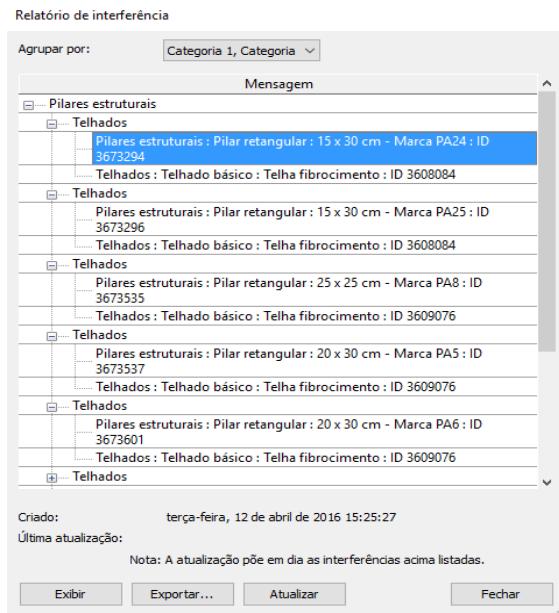
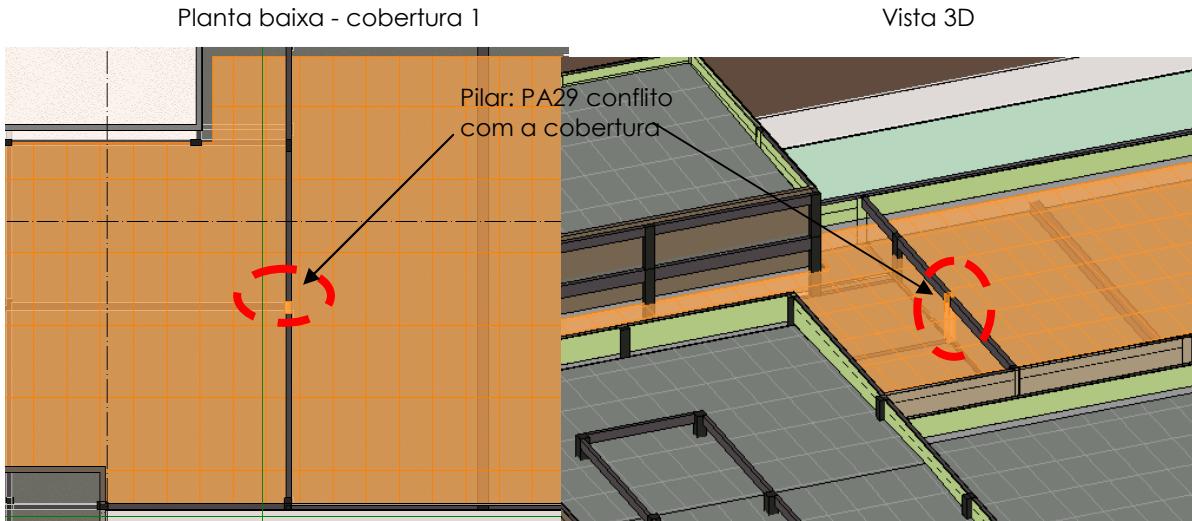


Figura 4 – Apresentação do relatório com as interferências entre os elementos das categorias analisadas.



Fonte: Os autores

Figura 5 – Apresentação do local da interferência entre os elementos das categorias analisadas, representadas nas vistas.



Fonte: Os autores

3.3 Contribuições da modelagem BIM para os projetos de obras públicas

Foi observado a relevância da identificação dos atrasos dos cronogramas das obras, realizadas na instituição pública de ensino objeto de estudo. Esses atrasos podem ser provocados pela divergência de informações entre a planilha orçamentária, projetos e especificações que vão para a licitação. Através da modelagem, foi possível confirmar que a tecnologia BIM pode contribuir bastante para melhorar as atividades de elaboração de projetos,

execução (controle do fluxo de materiais), manutenção e auxílio à fiscalização do contrato firmado entre o agente público e o privado, melhorando assim o desempenho das obras, por meio do planejamento atribuídos todas estas etapas.

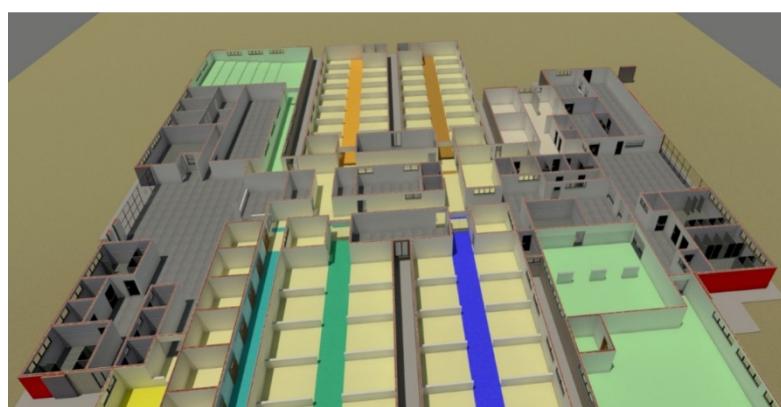
Na elaboração dos projetos, as contribuições são: desenvolvimento do projeto com precisão; geração de documentações automáticas e visualização de cortes em 3D; tabelas de informações e movimento de terra em 3D.

Segundo a literatura, todo o processo de modelagem deve ser feito de modo colaborativo, para que as diversas áreas trabalhem em conjunto, favorecendo os detalhamentos e fornecendo dados preciosos para o planejamento do empreendimento.

O planejamento das etapas realizadas na modelagem BIM ajudou na organização, compatibilização e coordenação dos projetos, bem como extraiu informações importantes para o planejamento das atividades da obra. Com isso, possibilitou e contribuiu para o orçamento, a racionalização e a construtibilidade dos projetos e sua execução, principalmente no controle dos mesmos. Porém, foi verificada falta de comunicação entre os profissionais nas atualizações de projeto, em termos de compatibilizações e revisões. Cita-se, como exemplo, o projeto arquitetônico que foi modificado diversas vezes, tendo seus níveis e dimensões alteradas, porém essas alterações não foram acompanhadas no projeto estrutural.

Através do comando *Displace elements*, que tem como finalidade deslocar os elementos que estão associados ou ligados, com o intuito de visualizar a execução destes elementos na obra, pode-se visualizar estes elementos associados e como estes são executados no canteiro de obra (figura 6).

Figura 6 – Corte 3D do projeto de através do comando da caixa de corte

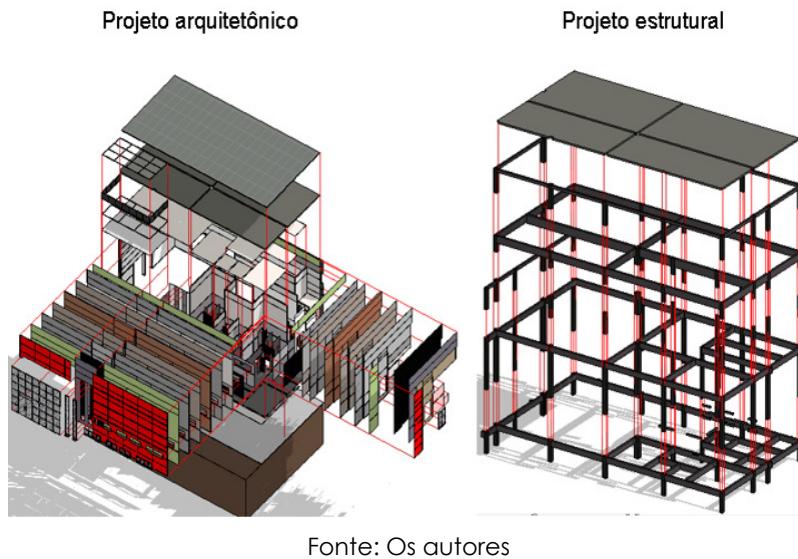


Fonte: Os autores

Dessa forma, a modelagem 3D, torna possível visualizar os elementos construtivos de forma associada ou dissociada uns dos outros, o que contribui para a comunicação da interface projeto/planejamento e planejamento/obra, bem como na qualidade do empreendimento como um todo, principalmente no que se refere àquelas atividades relacionadas

aos fluxos de materiais, e da mesma forma para o desenvolvimento da logística no canteiro de obras (Cortes 3D) (figura 7).

Figura 7 – Deslocamentos dos elementos para visualização das atividades e para os fluxos dos materiais do canteiro de obra



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÃO

No estudo de caso realizado, a tecnologia BIM contribuiu para a obtenção de um levantamento de quantitativos mais preciso e coerente com a realidade construtiva, pois a criação de maquete eletrônica do empreendimento, simulando o edifício a ser executado contribuiu para uma avaliação do processo BIM como estratégia de gestão de projetos e o planejamento da obra.

O BIM contribuiu ainda para a elevação dos níveis de assertividade das informações necessárias dos projetos a serem enviadas ao processo de licitação, e, posteriormente, à obra, sendo isso de grande valia para a salvaguarda do erário público, os agentes fiscalizadores, o andamento da obra e as empresas contratadas.

Foram observadas também, no projeto 2D, falhas de racionalização e compatibilização das atividades de projeto, falta de atendimento aos requisitos de construtibilidade e pouca colaboração entre os profissionais projetistas. Estas falhas levaram à necessidade de revisões, alterações e mudanças nos projetos, além de resultados discrepantes entre o levantamento quantitativo realizado de modo convencional pelo BIM.

Concluiu-se que no setor público analisado existe uma carência em gestão de qualidade e coordenação de projetos, de modo a minimizar erros de projetos e a contribuir para o planejamento das obras. Esses problemas podem ser minimizados com a utilização do BIM.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção. Rio de Janeiro, dez. 2015. 24p
- ADESSE, E.; MELHADO, S. B. A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ANTAC, 2003. 10p.
- ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil Estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. 2011, 84p. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- BARBOZA, N. **BIM à brasileira**. Notícias da construção. SindusCon-SP, n. 94, p. 9-10, out. 2010. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2010/ed94.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2015.
- DUARTE, M. R. **Compatibilização de Projetos**. Maio 2011. Disponível em: <<http://matheusduarte.com.br/wp-content/uploads/2011/05/aula-compatibilizac3a7c3a3o2.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2015.
- FERREIRA, R. C. Os Diferentes Conceitos Adotados entre Gerência, Coordenação e Compatibilização de Projeto na Construção De Edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL - GESTÃO EM GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2001, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP, 2001. 3p.
- FERREIRA, S. L. **Da Engenharia Simultânea ao Modelo de Informações de construção (BIM)**: Contribuição das Ferramentas ao Processo de Projeto e Produção e Vice-versa. Artigo-44, Paraná, 2007. Disponível em:<<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. 2002, 369p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- KOSKELA, L.; OWEN, B.; DAVE, B. Lean construction, building information modelling and sustainability. In. ERACOBUILD WORKSHOP, 2010, Malmö. **Proceedings** Malmö, 2010.
- MASOTTI, L. F. C. **Análise da Implementação e do Impacto do BIM no Brasil**. 2014, 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- MIKALDO JR, J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2d e 3d com uso de TI**. 2006, 150p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) -

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. 6p.

MONTEIRO, A. da S; SANTOS, R. de C. A. dos. **Planejamento e Controle na Construção Civil, utilizando Alvenaria Estrutural.** 2010, 116p. Trabalho de concurso de curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

MORAIS, M. de; GRANJA, A.; RUSCHEL, R. C. BIM no custeio-meta: pesquisas relacionadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013.p.807-819.

NASCIMENTO, J. M. do. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v. 1, n. 7, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/revista-ipog>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

OLIVEIRA, A. et al. **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM).** Secretaria de Estado da saúde – Santa Catarina, 2014.

PEREIRA, A. P. C. **A adoção do paradigma BIM em Escritórios de Arquitetura em Salvador – BA.** 2013, 201p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE. 2001. 12p.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP. 2003. 8 p.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo integrado de edificações.** 2003, 381p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANCHEZ, P. **O BIM é econômico.** Notícias da construção. SindusCon-SP, n. 134, p. 8, jun. 2014. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2014/revista_ed_134_web.pdf>. Acesso em: 19 set. 2015.

SANTOS, C. A. **Produção enxuta**: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil. 2003, 233p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SOUZA, F. J. de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares** – estudo de caso. 2010, 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Área de Concentração: Tecnologia das Construções. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.