

Recife 4 a 6 de Novembro 2015

VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção

Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM

ufpe.br/tic2015



BIM EM CONSTRUTORA. PROTOTIPAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ALVENARIAS E INSTALAÇÕES ¹

BIM IN CONSTRUCTION ENTERPRISE. PROTOTYPING AND MASONRY PROJECT COMPATIBILITY AND SYSTEMS

João Bosco Pinheiro Dantas Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)
arquibosco@gmail.com

Gustavo Bruno de Andrade Amorim
Expansão Arquitetos Associados (EXPAA)
gustavo@expaa.com.br

José Lopes Tabatinga Neto
Expansão Arquitetos Associados (EXPAA)
neto@expaa.com.br

André Felipe Rodrigues de Souza
Expansão Arquitetos Associados (EXPAA)
andrefelipers@gmail.com

Alexandre Araújo Bertini
Universidade Federal do Ceará (UFC)
bertini@ufc.br

José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)
barrosneto@gercon.ufc.br

Resumo

No cenário atual da construção civil, um dos grandes desafios é o ganho de eficiência e produtividade com a redução de desperdícios e retrabalhos. Uma ferramenta muito eficaz para tais ganhos é a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*). Contudo, colher os Benefícios do BIM requer o desafio do processo de implementação de cada agente envolvido, seja na fase de projeto ou na fase de construção. Miettinen e Paavola (2014) propõem que são necessários relatos de experiências de implementação em diferentes organizações e contextos que proporcionem conhecimentos sobre problemas e gargalos associados à implementação. O objetivo desse trabalho é avaliar a experiência de implementação do BIM em uma construtora no contexto da fase de construção. A metodologia adotada é do tipo qualitativa, tendo como estratégia de pesquisa o estudo de caso único. Observou-se que, mesmo com o foco no projeto de alvenarias, a compatibilização de projetos demandou ajustes não apenas em arquitetura, mas também em instalações prediais. A análise dos resultados reforça que novos arranjos contratuais sejam criados. Verificou-se que as possibilidades de contribuição da modelagem 3D, antes da construção, estão associadas à modelagem de todos os projetos envolvidos.

¹ DANTAS FILHO, J.B.P.; AMORIM, G.B.A.; TABATINGA NETO, J.L.; SOUZA, A.F.R.D.; BERTINI, A.A.; BARROS NETO, J.P. BIM em construtora. Prototipagem e compatibilização de projetos de alvenarias e instalações. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.



Palavras-chave: Implementação. BIM. Compatibilização. Prototipagem

Abstract

In the present building scenario, a major challenge is the gain in efficiency and productivity with the reduction of waste and rework. A very effective tool for such gains is BIM (Building Information Modeling). However, collecting the benefits of BIM requires overcoming the challenge of the implementation process of each agent involved, either in the design phase or during the construction phase. Miettinen and Paavola (2014) propose that implementation experience reports are needed in different organizations and contexts which provide knowledge about problems and bottlenecks associated with implementation. The aim of this study is to evaluate the BIM implementation experience in a construction company in the building context. The methodology is of qualitative type, with the research strategy of the single case study. It was observed that, even with the focus on the wall project, the projects compatibility demanded adjustments not only in architectural settings, but also in building installations. The analysis reinforces that new contractual arrangements are created. It has been found that the contribution of the 3D modeling possibilities, before construction, is associated with the modeling of all the projects involved.

Keywords: Implementation. BIM. Compatibility. Prototyping.

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento deficiente de projetos foi identificado como sendo um fator importante na redução do desempenho global e na eficiência dos projetos da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (TILLEY, *ET AL.* 2002; LOVE & EDWARDS 2004). Isto é agravado pela natureza complexa da indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC), figurada pela existência de vários interesses conflitantes e processos de gestão fragmentados (HORSTMAN; WITTEVEEN, 2013). Apenas recentemente, a indústria da construção começou a considerar um investimento maior nas etapas de projeto, investindo em processos de compatibilização para obter benefícios de reduções de tempo e de materiais em obra, bem como, melhorias no orçamento. Chen e Luo (2014) observaram que a compatibilização de projetos no método tradicional não consegue interagir dinamicamente com desenhos de diferentes disciplinas espalhados em diferentes arquivos e desenhos técnicos 2D. Enquanto que no projeto baseado em BIM, a informação é acumulada e captada a partir de uma única fonte de dados, o que possibilita a coordenação plena e a integração entre o projeto e a fase de construção.

A integração entre projeto e construção, por sua vez, tornou-se um requisito para melhorar o desempenho de projetos de construção. A plataforma BIM ajuda na transformação dos processos de projeto e construção (Chen e Luo, 2014). Porém, é improvável que os benefícios do BIM tenham sido todos descobertos e identificados (EASTMAN *et al.* 2011). Cada estudo de caso realizado pode apresentar as lições aprendidas das equipes envolvidas (*insights*), assim como aspectos e meios para obter benefícios. Miettinen e Paavola (2014) propõem que são necessários relatos de experiências de implementação em diferentes organizações e contextos que proporcionem conhecimentos sobre problemas e gargalos associados à implementação. Chien *et al.* (2014) consideraram os riscos da implantação do BIM prejudicar o processo de projeto relacionados a técnica, gestão e pessoal, dos quais se destacam: a falta de pessoal qualificado disponível; a falta de normas BIM; a interoperabilidade ineficiente de dados; as dificuldades no processo de gestão de mudança.

Observa-se que esta realidade está associada à atual situação das empresas construtoras e incorporadoras que adotam uma estratégia de implementação do BIM caracterizada pelo desenvolvimento dos projetos no método tradicional, seguido da coordenação de projetos através da fase de pré-construção virtual, com o objetivo de aprimorar os projetos antes da fase de construção. A partir do contexto apresentado, o objetivo deste trabalho é analisar a implementação de BIM durante a fase de construção, visando mapear o processo ao comparar com dados obtidos na literatura a fim de contribuir com experiência e conhecimentos sobre implementação.



2 FUNDAMENTAÇÃO

Diferentes processos apoiados pelo BIM para a detecção de erros são apresentados por Eastman *et al.* (2011) no Manual BIM. No estudo de caso do Estacionamento Penn National, erros de construtibilidade oriundos de projetos executivos foram detectados através de coordenação visual antes do projeto ir para o canteiro de obras. Enquanto que no estudo de caso da expansão da fábrica da GM, mais de três mil interferências de projetos puderam ser evitadas através da detecção automática de colisões.

Delatorre *et al.* (2014) defendem que é necessário tempo e equipe para implementação de BIM e que isso pode impactar na estrutura organizacional e nas habilidades requeridas dos profissionais. Segundo Chaves *et al.* (2014), uma empresa pode ser bem-sucedida na implementação de BIM sem o uso de guias que buscam orientar aqueles que desejam implementar BIM em seu negócio, a fim de melhorar o desempenho e a qualidade de projetos. Porém, sem eles, o caminho a ser percorrido pode ser maior. Chaves *et al.* (2014) analisam seis guias de diferentes países, sendo dois dos Estados Unidos, um da Finlândia, um do Reino Unido, um do Brasil e um da Austrália. Destaca-se este último pelo seu enfoque no escopo de projeto BIM. Um guia se propõe a ajudar clientes, consultores e partes interessadas a esclarecer suas necessidades de BIM, reduzindo a confusão e a duplicação de esforços. Este é o caso do Guia Nacional BIM, elaborado na Austrália por NATSPEC (2011). Este guia recomenda fortemente um processo estruturado para definir os requisitos para utilizar BIM no projeto e ainda destaca, como uma das atividades preliminares, a definição do escopo do serviço. NATSPEC (2012) propõe um Modelo de Plano de Gestão que orienta sempre anotar as mudanças no Escopo de Projeto BIM, isto porque alterar os usos de BIM durante o desenvolvimento de projeto altera o escopo de serviço contratado, o que pode ter implicações contratuais.

Miettinen e Paavola (2014), por sua vez, analisaram o BIM tanto como uma tecnologia, como uma nova prática de colaboração emergente que requer novas disposições contratuais, bem como as experiências locais e soluções. Costa *et al.* (2014) identificaram que as publicações são muito voltadas para conceituação e existem poucos exemplos de pesquisas que tratem dos benefícios do BIM para sistemas prediais. Lima *et al.* (2014) defendem que é necessária uma mudança em todo o processo, pois iniciar projetos em CAD e transformá-los em um modelo BIM pode acarretar na adoção de um modelo paralelo e distorcido.

Considera-se importante, inicialmente, esclarecer o conceito de nível de desenvolvimento (*Level of Development - LoD*), porque os potenciais benefícios do BIM estão associados ao nível de desenvolvimento do modelo. Este nível é definido/baseado nos componentes de um modelo BIM e na progressão de um componente que pode ser uma representação com baixa aproximação da realidade, isto é, uma representação conceitual; até os mais altos níveis de detalhes, isto é, como construído. Os resultados de Leite *et al.* (2010) destacam 3 níveis de desenvolvimento: nível 200 com geometria aproximada; nível 300 com geometria precisa e nível 400 com a geometria para fabricação.

3 METODOLOGIA DO ESTUDO

Este estudo se classifica como exploratório e descritivo. A unidade de análise deste trabalho é o processo de Prototipagem BIM. O nível de desenvolvimento do estudo apresentado é de mestrado e apresenta uma visão a partir de uma experimentação prática da implementação do BIM.

3.1 Delineamento

A metodologia adotada é do tipo qualitativa. Inicialmente se partiu da pergunta: "Como se encontra estruturado atualmente o processo de prototipagem BIM em uma construtora?" Em



seguida, realizou-se uma revisão sistemática de literatura para o tema e para o método com o objetivo de, a partir dos resultados e das conclusões, compreender a contribuição de cada um e construir as bases para a análise dos dados deste trabalho. Os critérios adotados foram a pesquisa em um período de 10 anos nas seguintes bases de dados: a plataforma do ResearchGate; a plataforma ScienceDirect, Anais de congresso do Grupo Internacional de Construção Enxuta (IGLC) e Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. As palavras-chave pesquisadas foram: *Building Information Modeling (BIM)*; *BIM Implementation*; *Compatibilização*; *Compatibility*; *Nível de desenvolvimento (Level of Development - LoD)*.

3.2 Estratégia de Pesquisa

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso. Esta estratégia foi escolhida pois é a que mais se aproxima da realidade, apesar de estar mais próxima do limite entre ciência e não-ciência. Segundo Yin (2001), o estudo de caso se aplica quando são colocadas questões do tipo “como” e “por quê”; quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos; e quando o foco se dá sobre fenômenos contemporâneos dentro de um contexto da vida real, preservando as características dos eventos. Desenvolveu-se neste trabalho a tipologia Estudo de Caso Instrumental (TAKAHASHI, 2013), que tem preocupação com um conjunto de proposições teóricas e não apenas o próprio caso em si.

A seleção do caso ocorreu através da seleção orientada pela informação (TAKAHASHI, 2013) para maximizar a utilidade das informações que este caso poderia fornecer aos objetivos da pesquisa. Foi selecionado um caso crítico para se obter informações que possibilitem deduções lógicas do tipo: “Se isso (não) é válido para este caso, então pode (não) ser aplicado a outros casos”. Foram escolhidos, previamente, os requisitos de escolha do caso, que deveria conter o uso da prototipagem BIM promovido por uma construtora para realização da coordenação de projetos.

3.3 Coleta de Dados

Este trabalho se baseou em múltiplas fontes de evidências: entrevistas semiestruturadas, entrevistas escritas e análise documental de relatórios de coordenação de projetos, comunicação entre construtor e analista BIM. Para Yin (2001), a coleta de dados pode ser feita a partir de seis fontes de evidência: documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Enquanto que, para Godoy (2006), elas se resumem em apenas três: observação, entrevistas e documentos.

A coleta de dados foi realizada considerando as seguintes medidas operacionais que corroboram para validade e confiabilidade dos dados coletados: uso de múltiplas fontes de evidências; revisão do relatório de entrevista pelos entrevistados; desenvolvimento e utilização do banco de dados do estudo de caso. A análise dos dados foi através de teoria fundamentada que foi incorporada ao estudo de caso como uma forma de tratar os dados e interpretá-los.

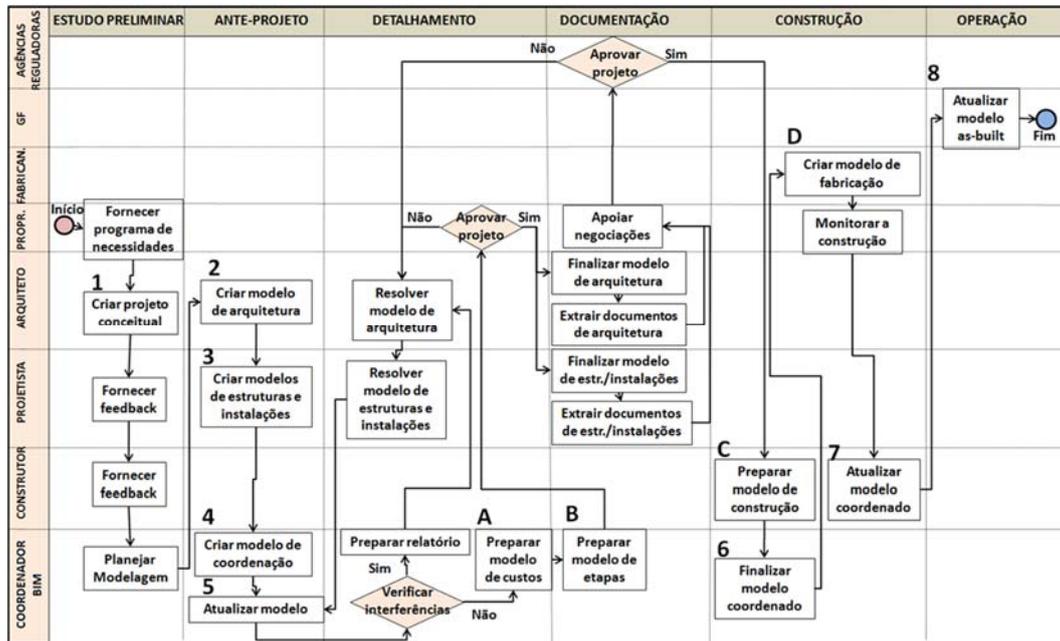
3.4 Análise dos dados

A análise dos dados focou o reconhecimento de padrões, a construção de explicações e a utilização de modelos lógicos, onde se comparou um padrão empírico obtido através do estudo de caso com outro de base prognóstica obtido na revisão de literatura.

Neste trabalho, utiliza-se o Diagrama do fluxo teórico de trabalho BIM proposto por Barison (2015), como pode ser visto na Figura 1 para analisar o processo de projeto das empresas e verificar quais etapas estão sendo cumpridas ou se está sendo realizado de forma diferente.



Figura 1 – Diagrama do fluxo teórico de trabalho BIM



Fonte: Barison, 2015

As Categorias de dados que a metodologia foca neste trabalho são aquelas que podem ser observadas nos estudos de casos apresentados por Eastman *et al.* (2011), que focam nas seguintes categorias de dados:

- Participantes (investidores, arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes e operários); Tipo de edificação (industrial, governamentais, médicas, esportivas, residenciais, comerciais, de escritórios e estacionamento); Área construída; Fases de desenvolvimento (viabilidade, conceito, projeto, documentação, pré-construção, construção e operação); Conjunto de benefícios; Ferramentas e processos BIM; Softwares utilizados.
- A fim de identificar o estágio de adoção de BIM e a estrutura do processo de projeto, considerou-se importante analisar o estudo de caso sob a ótica dos estágios BIM propostos por Succar (2009). São considerados 3 estágios de adoção:
- BIM 1, quando são utilizados objetos paramétricos 3D, mas não há intercâmbios significativos baseados em modelos entre diferentes disciplinas;
- BIM 2, quando são utilizados objetos paramétricos 3D, e há intercâmbios significativos baseados em modelos entre diferentes disciplinas;
- BIM 3, modelos integrados são criados onde todos os projetos são integrados, onde todos os aspectos de concepção e construção são simultaneamente planejados, otimizando construtibilidade.

4 RESULTADOS

4.1 Descrição do processo de implementação

Uma empresa fundada há mais de 35 anos, que atua nos seguimentos de incorporações e construção, decidiu investir na contratação de consultoria BIM para alcançar benefícios para sua obra que se encontrava no início das fundações em meados de 2014.

A consultoria BIM contratada possui uma avançada expertise com 15 anos de experiência em



construção civil e 10 anos de experiência em execução BIM.

Inicialmente, a visão da empresa focava apenas em obter os benefícios de construtibilidade através do modelo virtual de paginação de alvenarias e prototipagem das instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias para o estudo de compatibilização de projetos que representavam o escopo inicial do contrato.

Problemas como *input* equivocado de informações e modificação de escopo foram identificados. Isso poderia ter sido evitado em parte pelo seguimento de um manual de implementação BIM, visto que a empresa contratante não possuía experiência com este tipo de serviço. Durante o desenvolvimento da consultoria BIM, foram realizadas mudanças no escopo do contrato (Quadro 1).

Quadro 1 – Modificações de escopo

Modificação	Descrição
1	Modificação das especificações dos blocos cerâmicos componentes da alvenaria após a criação do modelo de arquitetura.
2	Inclusão de modelagem da rede de gás para o estudo de compatibilização de projetos
3	Inclusão de análise e compatibilização entre pontos de instalações e paginação de revestimentos cerâmicos

Fonte: Os autores

A modificação 1 gerou a necessidade de realização de novo modelo, considerando novo *input* de informações, e a modificação 2 adicionou um projeto para modelagem e análise, possibilitando revisão contratual. As modificações foram superadas por acordo entre as partes, mas futuros projetos devem considerar a importância da consistência e validade das informações e da definição do escopo de serviços, conforme recomendado pelo NATSPEC (2011). Porém, a experiência da implementação pode revelar potencialidades que não foram consideradas inicialmente, como é o caso da modificação 3 (Quadro 1). Esta última poderá ser adicionada ao escopo de futuras contratações e representa a possibilidade de ajustes contratuais que proporcionam ganhos para ambas as partes, seja com a melhoria da qualidade dos projetos, seja com o acréscimo contratual.

4.2 Descrição do empreendimento

Este estudo de caso representa a experiência de proprietários (investidores), arquitetos que desenvolveram a prototipagem BIM e engenheiros construtores. Trata-se de uma edificação com função residencial composta por duas torres de 16.800 m² de área de piso. A prototipagem BIM foi desenvolvida em paralelo à fase de construção do empreendimento.

A empresa contratada para realização da Pré-construção virtual criou o modelo BIM de fabricação com nível de desenvolvimento 400, conforme analisado por Leite *et al.* (2010). Foram prototipados a arquitetura, a estrutura do edifício, assim como suas instalações para que fosse feita sua devida compatibilização para redução de desperdícios e sua quantificação. Segundo Leite *et al.* (2010), um nível de detalhamento maior de um modelo não significa necessariamente mais trabalho de modelagem.

Os softwares utilizados foram AutoCAD e Revit, com destaque para este último que foi utilizado nas áreas de aplicação: pré-construção virtual 3D e detecção de interferência através da coordenação visual ponto a ponto. De acordo com Sulankivi *et al.* (2014), o exame visual dos modelos é o mais óbvio e, atualmente, o método mais utilizado na prática. Aproximadamente 100 interferências de projetos foram identificadas no pavimento tipo. São exemplos das soluções propostas para as incompatibilidades encontradas: novas definições



de alturas de esquadrias; modificação do tipo de parede; novo layout das instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas. Neste caso, a equipe de consultoria BIM realizou a análise de projetos para verificar as interferências. Os relatórios foram discutidos com a equipe de obras composta por engenheiros civis, técnicos de edificações e mestre de obras com o objetivo de serem definidas as soluções de projeto para revisão. As modificações de projeto foram implementadas pela equipe de prototipagem BIM.

4.3 O estágio de maturidade BIM

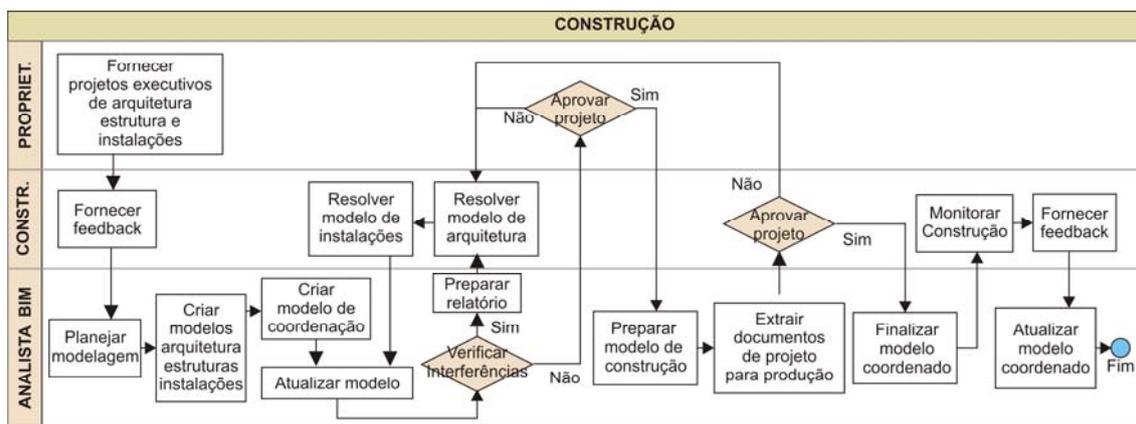
As características do estágio de adoção apontam para o estágio BIM 3. Os projetos executivos foram desenvolvidos pelo método tradicional e por empresas diferentes daquela que realizou a modelagem na plataforma BIM. Todos os projetos foram modelados de forma integrada, proporcionando as análises e as otimizações que apenas são possíveis no estágio BIM 3 (SUCCAR, 2009). O conjunto de benefícios observados foram a visualização 3D antecipada e precisa, elaboração de um conjunto de desenhos para produção precisos e consistentes, erros descobertos antes da construção (detecção de interferências) e coordenação de projetos na medida que foi realizado o planejamento da melhor solução diante das interferências identificadas.

4.4 O processo de prototipagem BIM

Observou-se que este estudo de caso foi o projeto piloto de implementação BIM na construtora.

Apresenta-se na Figura 2 o Mapeamento do processo do estudo de caso pesquisado, trata-se de uma síntese da análise dos dados coletados visto que o processo não possuía um fluxo previamente declarado. Este diagrama proposto a partir do estudo de caso pode ser uma base para futuras ações de gerenciamento do fluxo permitindo análise e melhoria.

Figura 2 – Diagrama do fluxo de prototipagem BIM mapeado no estudo de caso



Fonte: Adaptado de Barison, 2015

Este diagrama apresenta as principais tarefas identificadas baseadas no diagrama teórico de referência, nota-se que apresenta apenas a fase construção, pois este foi o período relatado pelos participantes durante o estudo de caso. Dessa forma, entende-se que as tarefas identificadas estão relacionadas à fase de pré-construção virtual. Neste caso, a coordenação BIM foi realizada em todos os projetos do empreendimento em questão, pois para que seja realizado o planejamento ideal de cada item, devem ser solucionadas as questões de interfaces entre sistemas (alvenaria x instalações). Porém, como a obra já estava iniciada, a contribuição da coordenação de projetos não atingiu o projeto de estruturas, ficando a

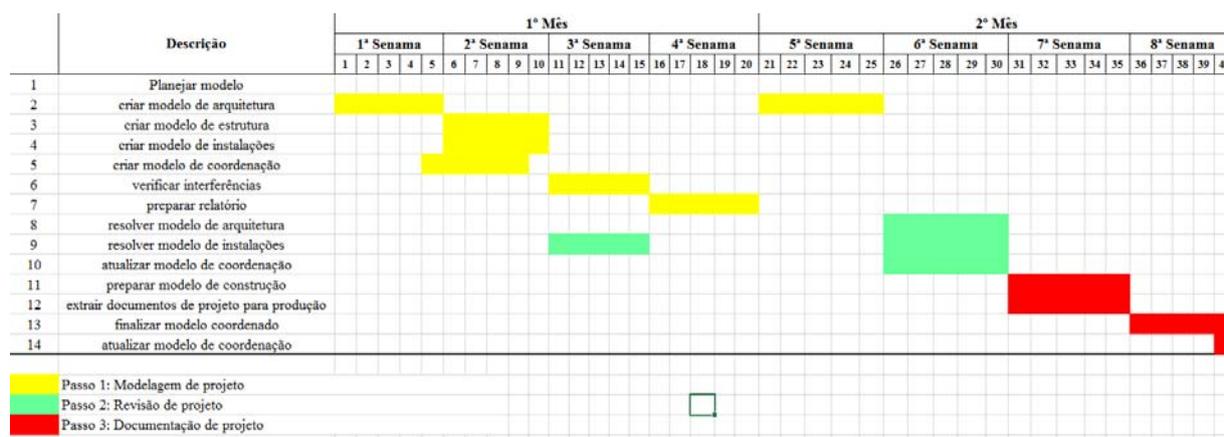


contribuição focada em arquitetura e instalações.

Estes resultados concordam com a proposição de Chen e Luo (2014), que também consideraram evidente que o BIM ajuda na transformação dos processos de projeto e construção, isto porque melhora a qualidade do projeto, elimina conflitos e reduz o retrabalho.

A Figura 3 apresenta o desenvolvimento das tarefas da equipe da análise BIM durante os 60 dias divididos em modelagem de projeto, revisão de projeto e documentação de projeto. Observa-se que o passo 3 referente à documentação foi a etapa mais curta. Isto se deve ao benefício BIM, que reduz bastante o esforço da geração de documentos.

Figura 3 – Cronograma do fluxo de trabalho BIM mapeado



Fonte: Os autores

O fluxo de prototipagem BIM identificado no estudo de caso reduziu a complexidade e os pré-requisitos relacionados a relações contratuais, fluxo de processo, tecnologias de rede e intercambialidade de softwares. Isto se deu pelo fato de apenas uma empresa realizar a prototipagem BIM de todas as disciplinas que já tinham sido consideradas concluídas por seus autores. O modelo interdisciplinar criado neste caso fornecia acesso de duas vias para a equipe de prototipagem.

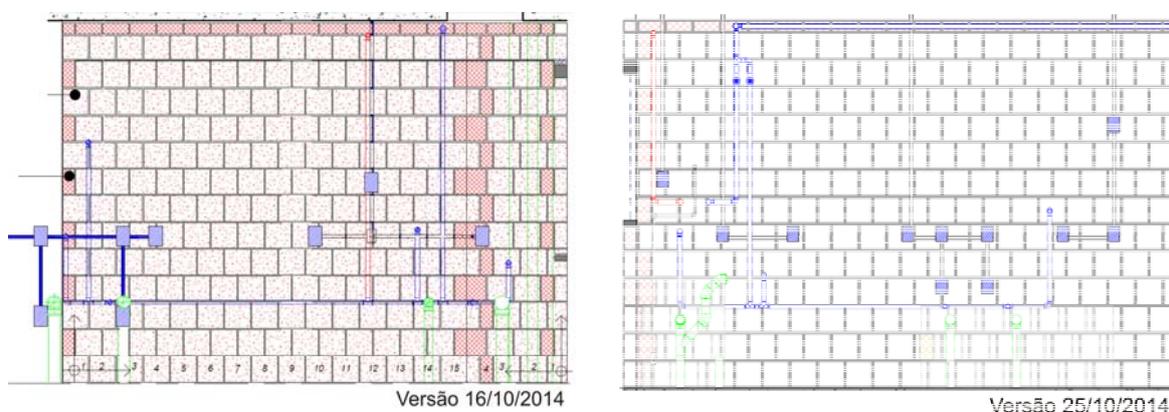
4.5 Compatibilização de projetos

Através da análise documental dos relatórios de compatibilização, obtiveram-se as imagens do desenvolvimento do processo de prototipagem BIM e revisão de projetos com as versões do modelo de coordenação antes e depois da realização das correções, que podem ser visualizados na Figura 4.

A versão de 16/10/2014 representa a representação 2D da modelagem de todos os projetos, permitindo a análise de interferências. Podem ser observados ponto elétricos e hidráulicos fora dos limites da alvenaria da cozinha, além das interferências entre instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias. Enquanto que na versão 25/10/2014 podem ser observados os novos encaminhamentos das instalações evitando os conflitos. Estes ajustes foram realizados pela equipe de prototipagem após análise e validação da equipe de especialistas da construtora e sem a participação dos projetistas. Usualmente, estes tipos de conflitos seriam identificados apenas durante a execução e, dependendo do grau de complexidade, o responsável pela execução resolve a interferência com a definição de novos encaminhamentos. Observa-se aqui uma situação semelhante e com a vantagem de evitar que o responsável pela execução não tenha seu tempo de trabalho comprometido com este tipo de problema e possa se dedicar ao planejamento e controle da execução.



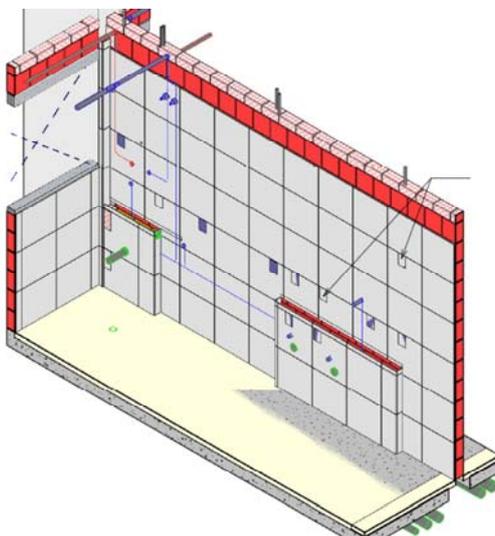
Figura 4 – Vistas da parede da cozinha em processo de coordenação de projetos



Fonte: Os autores

Na Figura 5, pode ser observada a perspectiva isométrica da parede da cozinha após as implementações das soluções de interferências. Esta figura representa o ganho do processo, pois todas as interferências identificadas foram equacionadas. Destaca-se aqui uma prática de construtibilidade aprimorada onde pode ser observada a coordenação entre pontos de instalações e revestimentos cerâmicos. Neste caso, os pontos de tomada foram deslocados para as juntas dos revestimentos, facilitando a execução do acabamento. Entende-se que se trata de uma tarefa de baixa complexidade para a equipe de análise BIM, porém destaca-se aqui uma solicitação do cliente original em função da experiência durante o desenvolvimento do projeto e o contato com a tecnologia BIM.

Figura 5 – Vistas da parede da cozinha em processo de coordenação de projetos



Fonte: Os autores

Apresenta-se no Quadro 2 as lições aprendidas pelos participantes do estudo de caso. Observa-se que a experiência de implementação BIM, que foi válida para este caso, pode ser válida para outros casos. Para se atender a orientação da literatura na definição prévia de escopo, precisa-se conhecer o que pode ser feito. Neste caso, a experiência revelou para os especialistas em BIM “o que” e “como” os clientes, no caso os investidores e construtores



querem. Por outro lado, esta experiência permitiu que os contratantes conhecessem o que pode ser feito pelos especialistas BIM, além do que já se sabia que poderia ser feito.

Quadro 2 – Lições aprendidas

1.	Projeto de marcação de alvenarias com medidas dos eixos de locação, tipos de blocos e sentido de partida em planta baixa do pavimento completo.
2.	Vista dos vãos de porta e janelas para identificar alturas em relação ao piso pronto e paginação de vergas e contra vergas com nível medido em relação ao piso pronto e com encunhamento de apenas 3 cm
3.	A espessura das juntas das alvenarias de blocos cerâmicos deve ser considerada 1,00 cm para juntas verticais e em média de 2,00 cm para juntas horizontais (variável 0,5cm para mais ou para menos)
4.	Projeto para produção com locação de contramarco e emestramento com medidas dos eixos de locação.
5.	Compatibilização dos pontos de instalações, mostrando nas vistas o posicionamento destes e a paginação de revestimento cerâmico;

Fonte: Os autores

Observou-se que inicialmente foram informados parâmetros de projetos referentes às espessuras das juntas horizontais que não puderam ser atendidos durante a execução, dessa forma, a lição número 3 do Quadro 2 é um aprendizado desse feedback da construção. Durante a execução dos documentos de projetos para construção, a equipe de coordenação produziu vários desenhos de áreas específicas, seccionando a planta do pavimento ao criar plantas setoriais. Esta condição foi analisada pela equipe de construção que constatou que dificultava a interpretação e a manuseio do projeto na obra. Considera-se este fato como uma evidência fruto desta experiência prática para a interação teórica 52 preconizada por Sacks *et al.* (2010), que propõe que o abuso da facilidade com que se podem ser gerados desenhos pode levar a mais desenhos e relatórios que são necessárias a sua preparação e impressão, aumentando desnecessariamente inventários de desenho.

5 CONCLUSÕES E LIÇÕES APRENDIDAS

Os resultados demonstram um escopo de contratação refinado por uma sequência de alterações que sintetizam o que a construtora precisa para obter os benefícios esperados da plataforma BIM. Estudos recentes (MIETTINEN; PAAVOLA, 2014) apontam para a necessidade de novos arranjos contratuais. Porém, isso depende do conhecimento das partes interessadas sobre o escopo da contratação. Apesar dos benefícios do BIM serem conhecidos, ainda se observa pouco conhecimento do escopo que deve ser contratado para obter os benefícios visualizados. Este estudo de caso se assemelha com o caso real de Chaves *et al.* (2014) na medida que a empresa estudada não utiliza a orientação de diretrizes de um guia específico para implementação de BIM, mas através de um projeto piloto consegue desenvolver conhecimento sobre as possibilidades da plataforma BIM e alcançar benefícios esperados. No caso estudado, como a implementação foi focada no ganho da revisão dos projetos, não foi observado impacto na estrutura organizacional conforme proposto por Delatorre *et al.* (2014). Mas observou-se que alterou as relações de trabalho entre os profissionais que passaram a interagir de uma forma nova com os projetos, e propor soluções para problemas antes do surgimento deles durante sua execução.

A análise dos resultados deste estudo de caso nos permite concluir que a prototipagem dos sistemas prediais possibilita que projetos de sistemas prediais (hidráulicos, sanitários e elétricos) sejam modificados considerando uma análise conjunta entre a equipe de construção virtual e a equipe de obra. A Visibilidade 3D facilita a verificação de interferências. Enquanto que no AutoCAD são representadas linhas, no software Revit são construídos os elementos



com grande proximidade com a realidade, permitindo a análise e considerando onde estão, como se comportam e como interagem com os demais elementos de construção. Esse benefício do BIM é fundamental na melhoria de projetos de sistemas prediais (hidráulicos, sanitários e elétricos). Com isso se espera contribuir para preencher as lacunas do conhecimento nesse tema identificadas por Costa *et al.* (2014).

As lições aprendidas são uma demonstração do que é possível extrair de informação do modelo compatibilizado, configurando-se parte do escopo de projeto para produção. São observadas práticas aprimoradas, como por exemplo, compatibilização dos pontos elétricos com paginação de revestimento. Isto aumenta diretamente a produtividade à medida que simplifica as tarefas necessárias para execução do revestimento, evitando cortes em revestimento mais complicados.

O fluxo de desenvolvimento do projeto estudado não se configura um caso exemplar onde o BIM foi implantado no início do processo de projeto como defendido por Lima *et al.* (2014). Porém, como a documentação extraída do modelo BIM foi encaminhada para orientar a execução da obra, entende-se que a sua adoção centralizadora de informações. Por se tratar de um caso real, que se acredita ser bastante recorrente, torna-se relevante para visualizar a grande contribuição do BIM para a melhoria dos projetos que foram objeto da compatibilização. Isso porque, aproximadamente 100 interferências de projetos existentes em um pavimento tipo foram resolvidas antes da execução, evitando que eles interferissem no andamento da obra e possibilitando a escolha da melhor solução técnica para as interferências.

Empresas construtoras devem considerar um prazo mínimo para o desenvolvimento das tarefas: modelagem dos projetos no modelo de coordenação; verificação de interferências; emissão de relatórios; resolver o modelo; produzir documentos de projeto para produção, com possibilidade de prorrogação em função do grau de modificação necessário nos projetos. Considera-se inviável um prazo de 30 dias, sendo que se orienta um mínimo de 90 dias, mas em cada caso, devem ser analisadas a complexidade e a quantidade de disciplinas envolvidas. Acredita-se que possa existir um período ótimo que pode ser aproveitado para a análise dos projetos e coordenação em BIM, que é a espera entre a entrega dos documentos executivos e o início da obra, se houver.

REFERÊNCIAS

BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Currículo:** uma contribuição para a formação do projetista / M.B. Barison. – versão corr. -- São Paulo, 2015. 387 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** Petrópolis: Editora Vozes, 2002. 516 p. ISBN: 8532627277.

CHAVES, F. J.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; SOMMER, L. Implementação de BIM: Comparação entre as diretrizes existentes na literatura e um caso real. XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió, **Anais 2014**. ENTAC 2014 CD ROOM.

CHEN, L; LUO, H. (2014) A BIM-based construction quality management model and its applications, **Automation in Construction**, Volume 46, October 2014, Pages 64-73, ISSN 0926-5805. Disponível em: (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514001204>)

COSTA, CAROLINA ; STAUT, SOLANGE ; ILHA, MARINA . Projeto de sistemas prediais hidráulicos sanitários com BIM: mapeamento da literatura. XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió, **Anais 2014**. ENTAC 2014 CD ROOM.



DELATORRE, JOYCE PAULA MARTIN ; Santos, Eduardo Toledo . Introdução de novas tecnologias: o caso do BIM em empresas de construção civil. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2014. p. 2842-2851.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, 2nd Edition. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2011.

GODOY, A. S. **Estudo de Caso qualitativo**. In: GODOI, C. K.; MELO, R. B. D.; SILVA, A. B. Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2006. p. 115-146.

HORSTMAN, A.; WITTEVEEN, W. Performance Indicators in the Best Value Approach. **Advanced of Performance Information & Value**, v. 5, n. 2, p. 59–78, 2013.

SULANKIVI, K.; TAURIAINEN, M.; KIVINIEMI, M. Safety aspect in constructability analysis with BIM. Conference: CIB W099 International Conference Achieving Sustainable Construction Health and Safety, Lund, Sweden, 2 – 3 June 2014., Volume: **Proceedings**. Lund University, pages 586 – 596.

LEITE, F.; AKCAMETE, A.; AKINCI, B.; ATASOY, G.; KIZILTAS, S. Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models, **Automation in Construction**, Volume 20, Issue 5, August 2011, Pages 601-609, ISSN 0926-5805, (disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580510002086>)

LIMA, A. ; ALBUQUERQUE, D. ; PEREIRA, I.; MELHADO, S. Aplicação da plataforma BIM como sistema de gestão e coordenação de projeto da Reserva Camará. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2014. p. 2140.

LOVE, P.E.D. ; EDWARDS, D.J., (2004) Determinants of rework in building construction projects, **Engineering, Construction and Architectural Management**,11(4), 259–274.

MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, v. 43, n. 0, p. 84-91, 7// 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514000612> >.

NATSPEC. **National BIM Guide**. v1.0. National BIM Specification, Austrália, 2011. Disponível em: <http://bim.natspec.org/>. Em 10/05/2015.

NATSPEC. **BIM Management Plan Template**. v1.0. Construction Information Systems Limited. Austrália, 2012. Disponível em: <http://bim.natspec.org/>. Em 10/05/2015.

SACKS, R, KOSKELA, LJ, DAVE, BA AND OWEN, R 2010, 'The interaction of lean and building information modeling in construction', **Journal of Construction Engineering and Management**, 136 (9) , pp. 968-980. Disponível em < <http://usir.salford.ac.uk/9356/> >

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, **Automation in Construction**, Volume 18, Issue 3, May 2009, Pages 357-375, (Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001568>)

TAKAHASHI, A. R. W. (2013) **Pesquisa Qualitativa Em Administração -Fundamentos, Métodos e Usos no Brasil** – Editora ATLAS Ano de Edição 2013 N° de Páginas 371

TILLEY, P. A., R *et al.*(2002). Improving design and documentation quality. In, Measurement and Management of Architectural Value in Performance-Based Building— **Proceedings** of the CIB W60/W96, Hong Kong, 6-8 May, pp. 361–377. CIB Publication 283: Rotterdam.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.