



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](http://ufpe.br/tic2015)



# **AVALIAÇÃO DE ASPECTOS FUNDAMENTAIS PARA A GESTÃO INTEGRADA DO PROCESSO DE PROJETO E PLANEJAMENTO COM USO DO BIM<sup>1</sup>**

## *ASSESSMENT OF KEY ISSUES FOR INTEGRATED MANAGEMENT OF DESIGN AND PLANNING PROCESSES WITH BIM USE*

**Fábio Kischel Durante**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do  
Paraná (UFPR)

[fabiodkd@gmail.com](mailto:fabiodkd@gmail.com)

**Ricardo Mendes Junior**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná  
(UFPR)

[ricardomendesjr@gmail.com](mailto:ricardomendesjr@gmail.com)

**Sérgio Scheer**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do  
Paraná (UFPR)

[sergioscheer@gmail.com](mailto:sergioscheer@gmail.com)

**Marlon Camara Garrido**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do  
Paraná (UFPR)

[marlon.c.garrido@gmail.com](mailto:marlon.c.garrido@gmail.com)

## **RESUMO**

A utilização do BIM no desenvolvimento de projetos altera não só o fluxo de informações, mas também as interfaces entre os projetistas e o coordenador de projetos, apresentando uma modificação na maneira de se encarar o processo. Diante desta problemática este artigo apresenta o processo de coordenação de projetos utilizado em três casos realizados em empreendimentos residenciais, na cidade de Curitiba, PR, em que foram aplicados conceitos de BIM, visando, principalmente, promover a colaboração entre os agentes envolvidos nas tomadas de decisão, no processo de desenvolvimento dos projetos. O procedimento utilizado para o estudo foi principalmente a observação não estruturada e não participante do pesquisador nas reuniões realizadas de coordenação. Este estudo limitou-se à fase anterior à execução da construção. O processo de desenvolvimento dos projetos com o viés do BIM ocorreu em quatro etapas: Plano de necessidades, Modelagem, Coordenação e Documentação. Esta divisão visou atingir os conceitos associados a BIM sem causar rejeição por parte dos agentes de projeto. O processo utilizado demonstrou ser capaz de aproximar o BIM do mercado da construção brasileiro e foram obtidos benefícios referentes à velocidade e dinamismo sob o qual foram detectados e resolvidos problemas dos projetos, obtendo-se melhor qualidade das soluções apresentadas.

**Palavras-chave:** BIM. Gestão de projetos. Gestão da informação. Gerente BIM. Gestão integrada.

---

<sup>1</sup> DURANTE, F. K.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.; GARRIDO, M. C.; Avaliação de aspectos fundamentais para a gestão integrada do processo de projeto e planejamento com uso do BIM. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.



## ABSTRACT

The use of BIM in project development alters not only the flow of information, but also the interfaces between the designers and the project coordinator, with a modification in the way of looking at the process. Faced with this problem this article presents the design coordination process used in three cases performed on residential projects in the city of Curitiba, PR, in which they were applied BIM concepts, aiming mainly at promoting collaboration between the agents involved in decision making, in the project development process. The procedure used for the study was mainly unstructured observation and not participating of the researcher carried out in coordination meetings. This study was limited to the stage prior to the implementation of construction. The development process of the projects with BIM bias occurred in four steps: Plan needs, modeling, coordination and documentation. This division aimed to achieve the concepts associated with BIM without causing rejection by the project officers. The method used proved to be able to approach BIM of the Brazilian construction market and benefits were obtained regarding the speed and dynamics under which problems have been detected and resolved during the design, thus providing a better quality of these solutions.

**Keywords:** BIM. Project management. Information management. BIM manager. Integrated management.

## 1 INTRODUÇÃO

Projetos de construção estão se tornando cada vez mais complexos e conseqüentemente difíceis de se gerenciar. Erros gerados durante a fase de projeto (*design*) podem produzir grande impacto negativo nas fases subsequentes, gerando atrasos no cronograma, retrabalhos e alterações no projeto necessárias para corrigir os problemas identificados (HATTAB, 2015). Estouros no orçamento e atrasos nos cronogramas vêm há anos dizimando lucros e o valor de muitos empreendimentos. Empresas e profissionais do setor estão explorando novas formas de se desenvolver e gerenciar os projetos, buscando maior eficiência e eficácia (CAO *et al.*, 2015).

Na estrutura tradicional de desenvolvimento de projetos de construção civil apenas arquitetos e engenheiros de projeto atuam durante esta fase, implicando em uma reduzida colaboração, geralmente, apenas entre os agentes de um mesmo departamento ou escritório (HATTAB, 2015). A introdução de processos enxutos (*lean design*) e da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling*, BIM), que coloca a colaboração entre todos agentes de projeto como algo inerente ao processo, deverá ampliar a necessidade de se estruturar os dados e informações gerados durante todo o projeto, ressaltando a importância de se definir claramente o fluxo de informações e protocolos que orientem os processos envolvidos (KASSEM *et al.*, 2014).

A utilização do modelo BIM no desenvolvimento de projetos altera não só o fluxo de informações, mas também as interfaces entre os projetistas e o coordenador de projetos, apresentando uma modificação na maneira de se encarar o próprio processo. A partir do processo BIM, o projeto deixa de ser entendido como linear e paralelo e torna-se integrado.

Este artigo apresenta o processo de coordenação de projetos utilizado em três casos de projetos realizados em empreendimentos residenciais, na cidade de Curitiba, PR, em que foram aplicados conceitos de BIM, visando, principalmente, promover a colaboração entre os agentes envolvidos nas tomadas de decisão e no processo de desenvolvimento dos projetos. Os estudos limitam-se à fase de pré-execução, ou seja, aos estudos preliminares, anteprojeto, projeto legal e finalmente projeto executivo.

## 2 COORDENAÇÃO DE PROJETOS

O projeto de obras civis é definido como o processo que, por meio de dados de entrada (a necessidade dos clientes), traduzidos em parâmetros que balizam todo seu desenvolvimento, deve apresentar ao final um produto que traga soluções para essas necessidades. Conforme a NBR 13.531 (ABNT, 1995, p.4), projeto é “a representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes”. A representação dessas



características não deve, portanto, deixar margens para suposições e ambiguidades, já que esse conjunto de informações servirá de base para a tomada de diversas decisões.

O processo de projeto tradicional na indústria da construção passa por etapas progressivas, em que a liberdade de decisão entre alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas. Melhado (1994, p. 185) divide essas etapas em: Idealização do Produto, Concepção Inicial, Análise de Viabilidade, Análise dos Processos, Formalização do Produto, Detalhamento de Produto e Processo e o Planejamento.

De acordo com Melhado (2005), o processo de projeto tradicional segmenta as diversas disciplinas que geram um produto final, onde os agentes produtores trabalham apenas dentro de suas respectivas especialidades, não atentando para a visão macro do desenvolvimento do produto e seus impactos nas diversas disciplinas, resultando um produto final com baixa qualidade. Para Mikaldo Jr. (2006), um dos principais motivos que fizeram surgir a necessidade de compatibilizar projetos foi a separação conceitual entre as atividades de projeto e de execução ao longo das últimas décadas.

A compatibilização é uma alternativa para se resolver parte dos erros originados na etapa de projeto das edificações. Busca-se integrar os vários projetos do empreendimento, visando o perfeito ajuste entre os mesmos. O objetivo é minimizar os conflitos existentes, simplificando a execução, buscando otimizar e racionalizar os materiais, o tempo, a mão de obra e, por fim, a manutenção (CALLEGARI, 2007).

Para gerenciar este e os demais processos do desenvolvimento do produto, garantindo a qualidade das informações, o coordenador de projetos deve possuir um amplo conhecimento multidisciplinar (incluindo produto e produção), elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar profissionais das equipes de projeto e seus trabalhos (MELHADO, 2005).

Em meio a este cenário a tecnologia denominada *Building Information Modeling (BIM)* ou, em português, Modelagem da Informação da Construção, propõe um desenvolvimento integrado e colaborativo do projeto, com a modelagem parametrizada das soluções, visando aumentar a qualidade da solução final e centralizando as informações no modelo, que se torna, então, o banco de dados do empreendimento. Na seção seguinte será abordada esta tecnologia.

### 3 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Do inglês *Building Information Modeling (BIM)*, a Modelagem da Informação da Construção trata-se de uma mudança tecnológica e processual, que afeta todos os envolvidos em arquitetura, engenharia e construção. Trata-se de um conjunto de políticas, processos e tecnologias gerando uma metodologia para gerenciar o projeto de construção e seus dados em um formato digital, por todo o ciclo de vida da edificação (SUCCAR, 2009; PENTTILÄ, 2006). O produto da atividade é o Modelo de Informação da Construção, uma representação digital de características físicas e funcionais de uma edificação, provendo uma base de dados confiável (buildingSMART, 2010).

Segundo a *National Building Information Modeling Standard (NBIMS, 2007)*, BIM é entendido como um processo de gestão baseado em um modelo único como base de dados viabilizado pela tecnologia da informação; uma ferramenta para simulações de desempenho, análises de custo, detecção de interferências; um produto, o Modelo de Informação da Construção.

A literatura sugere algumas aplicações para o modelo, como: visualização aprimorada, inclusive da sequência executiva e de conflitos entre elementos e fluxos; desenhos fabricação, montagem e pré-fabricação; revisão e avaliação de conformidade com normas e com metas para o empreendimento; extração de quantitativos e estimativas de custos; análise de potenciais falhas, fraquezas, planos de evacuação, entre outras; gestão da operação e manutenção da edificação (EASTMAN *et al.* 2014; AZHAR, 2011). Alguns dos principais



benefícios que espera-se obter com estas aplicações, segundo a mesma literatura, são: processos mais rápidos e eficientes, graças à facilidade em se partilhar informações com qualidade; maior qualidade dos projetos, obtida através de análises mais rigorosas de performance e promovendo soluções inovadoras; maior controle sobre custos por todo ciclo de vida do empreendimento; execução aprimorada, facilitada por projetos mais ricos em detalhes; maior possibilidade de automação; melhor atendimento aos requisitos dos clientes; controle mais eficiente da operação através de dados de todo o ciclo de vida da edificação, facilitando projetos de renovação da edificação.

Essencialmente a proposta BIM é a centralização das informações do projeto em um modelo único que agregue todos os aspectos do projeto. Neste sentido, além da criação de padrões universais para a troca de informação, é necessário que cada organização tenha um fluxo de informações bastante claro para todos agentes envolvidos em um projeto. A adesão dos padrões internos de uma organização ao padrão internacional é inerente para que as trocas de informação ocorram com maior eficiência.

Segundo Eastman *et al.* (2014) o modelo organizacional de contrato que corrobora com a gestão integrada proporcionada pelo processo BIM é o *Integrated Project Delivery* (IPD), pautado na corresponsabilidade distribuída, apesar deste não ser o único modelo deste tipo. Através de diretrizes de contrato baseadas em IPD, empreendimentos são organizações temporárias onde todo o processo desde concepção até entrega das chaves (em alguns casos onde o contratante e cliente da obra podem chegar até mesmo na operação do edifício, segundo os mesmos autores) é firmado pela equipe multiorganizacional via contrato. Neste modelo a remuneração e a responsabilidade depende de todos envolvidos, promovendo o empenho de todos na solução dos conflitos.

A utilização do modelo BIM no desenvolvimento de projetos altera não só o fluxo de informações, mas também as interfaces entre os projetistas e o coordenador de projetos, apresentando uma modificação na maneira de se encarar o próprio processo. A partir do processo BIM, o projeto deixa de ser entendido como linear e paralelo e torna-se integrado. Muitas das definições da forma em que se dará a troca de informação nos processos de projeto que utilizam BIM, devem ocorrer já no acordo contratual, visando a criação de padrões e fluxos que sejam aderentes às necessidades do projeto, durante o seu desenvolvimento. A implantação do processo BIM nas organizações e/ou para projetos específicos deve prever a gestão das informações e o fluxo das mesmas entre os agentes do projeto, de forma a evitar que a tomada de decisão ocorra sem informações com a qualidade necessária.

### 3.1 Implantação de BIM

Succar (2009) lista guias publicados por todo o mundo que orientam a implantação de BIM. Segundo o autor, estes guias carecem de um arcabouço evolutivo para compreensão da implantação. Como BIM não se trata de um pacote de soluções, a implantação deve ocorrer de forma gradual e evolutiva, através do aprendizado em cada etapa de sua implantação.

O guia intitulado *BIM Project Execution Planning Guide V2.1* (CIC, 2011) propõe que uma organização deve seguir os seguintes passos:

- 1 Identificar os objetivos e utilidades BIM: definir valor para a equipe envolvida com a implantação;
- 2 Projetar os processos de gestão de BIM: desenvolver os processos que incluem tarefas realizadas para a geração do modelo BIM através de trocas de informação;
- 3 Desenvolver as trocas de informação: conteúdo, níveis de detalhe e partes responsáveis por cada troca de informação;



- 4 Definir a infraestrutura de suporte para a implantação de BIM: com base nos passos anteriores, definir a infraestrutura requerida para tal implantação.

O guia ainda comenta que é preciso envolver todos *stakeholders* do empreendimento nessa implantação e definir uma parte responsável por gerenciar sua implantação. A definição do conteúdo dos pacotes de troca de informação é crucial para que sejam alcançados os objetivos de aumentar a qualidade do projeto e a produtividade do mesmo.

Em meio ao cenário que está sendo criado, com a utilização do processo BIM para o desenvolvimento dos projetos, surge a figura do “Gerente BIM”, que entre outras responsabilidades tem assumido muitas das tarefas que antes cabiam ao tradicional coordenador de projetos. O perfil necessário para atuar como Gerente BIM é bastante similar ao do coordenador de projetos. Deve possuir, preferencialmente, formação em Arquitetura e Urbanismo ou em Engenharia Civil, conhecimento dos fluxos de trabalho que envolvem um projeto de construção civil, perfil de liderança, capacidade de atuar em equipes multidisciplinares, entre outras características. Além dessas, que cabem também ao coordenador de projetos tradicional, para atuar como Gerente BIM o profissional deve possuir conhecimentos específicos da tecnologia e processos BIM (BARISON E SANTOS, 2011).

O escopo de atividades do Gerente BIM é, segundo a literatura, variável. Depende do projeto em que atuar, da maturidade da equipe em relação a BIM e, ainda, do local de trabalho, que pode variar desde escritórios de gestão de projetos aos escritórios de especialidades de engenharia ou arquitetura. O Guia BIM de Singapura (BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY, 2013), utilizado como referência no desenvolvimento de outros guias, como em Manzione (2013), aponta algumas atribuições para este agente, resumidas a seguir:

- Estabelecer e acordar um plano de execução BIM, garantindo seu cumprimento;
- Gerenciar os dados e informações gerados no processo, assim como os direitos de acesso;
- Estabelecer os protocolos de gerenciamento do modelo e coordenar a troca dos modelos;
- Promover reuniões de colaboração;
- Estabelecer a infraestrutura necessária para o trabalho com modelos BIM;
- Gerenciar revisões;
- Estabelecer protocolos de segurança;
- Documentar todas ações e decisões tomadas no desenvolvimento do projeto;
- Transferir para seu eventual sucessor todas as informações necessárias para a continuidade do trabalho.

Encontrar um profissional que agregue todas essas características é, no entanto, uma tarefa árdua. As empresas têm buscado compor equipes com habilidades complementares, de forma a atingir os requisitos necessários (DURANTE, 2013).

Independente do nome dado ao profissional, seja Gerente BIM, coordenador de projetos, ou outros que aparecem na literatura, sua atuação é indispensável. Garantir a qualidade da informação e sua troca, de forma eficiente, deve ser a filosofia de trabalho deste agente.

## 4 MÉTODO

Nesta pesquisa foram estudados três projetos desenvolvidos utilizando BIM, visando a solução de problemas do processo tradicional. Os empreendimentos estudados são de projetos de edificações residenciais verticais de padrão médio/alto na cidade de Curitiba/PR. O processo aplicado foi o mesmo nos três casos.





A empresa responsável pela incorporação e execução dos empreendimentos atua há mais de 15 anos na região metropolitana de Curitiba, tendo mais de 250 obras entregues nos segmentos residencial, comercial e industrial. Visando aumentar a eficiência de seu processo de gestão de projetos, buscou a “empresa B” para uma parceria no desenvolvimento destes empreendimentos, interessada também na possibilidade de realizar simulações entre alternativas de execução e projeto, oferecidas pela tecnologia BIM.

O processo de gestão dos projetos com aplicação do BIM foi desenvolvido ao longo de dois anos através da “empresa A” de tecnologia, que realiza Pesquisa & Desenvolvimento nas áreas de BIM e *Lean Construction* desde 2011. Este processo foi cedido para a “empresa B”, do mesmo grupo, que atua no mercado desde 2006 e atualmente faz a gestão de projetos de construção civil através dos conceitos e processos desenvolvidos pela “empresa A”, dando constante *feedback* à mesma, com base na experiência adquirida na prática de mercado.

O objetivo deste artigo é apresentar o processo utilizado para a coordenação destes projetos, visando promover a difusão do mesmo e sua melhoria, através da discussão entre especialistas. O procedimento utilizado para o estudo foi principalmente a observação não estruturada e não participante do pesquisador nas reuniões realizadas pela “empresa B”, o levantamento de informações nos documentos gerados (projetos e relatórios utilizados nas reuniões) nos três empreendimentos e entrevistas com os profissionais que participaram dos projetos. Este estudo limitou-se à fase anterior à execução da construção, que teve como objetivo concluir os projetos em nível executivo, assim como o orçamento e planejamento do empreendimento.

#### 4.1 Estudos de caso

O projeto do Estudo 1 é um empreendimento de 6.600 m<sup>2</sup> com 139 unidades habitacionais no padrão “*studio*”, de até 39 m<sup>2</sup> distribuídos em 25 andares, em uma região central de Curitiba e com uma construção existente catalogada como Unidade de Interesse de Preservação, que será mantida. Neste caso, o orçamento era bastante limitado e a logística de canteiro, especialmente para concretagens, era crítica. O prazo de projeto foi de 7 meses, sendo o mais complexo dos três.

No projeto do Estudo 2 são 3.440 m<sup>2</sup> de área construída, 15 apartamentos distribuídos em 5 andares, além da garagem no subsolo. O prazo para este projeto foi de 6 meses.

E finalmente o Estudo 3 trata de um empreendimento de 2.890 m<sup>2</sup>, com 24 apartamentos distribuídos em 6 andares, além da área de salão de festas na cobertura e garagens no térreo e subsolo. Neste projeto o prazo também era de 6 meses.

Em todos os projetos a equipe envolvida constituiu-se do Gerente BIM da “empresa B”, orçamentistas e planejadores da incorporadora/construtora, arquitetos, engenheiros de estrutura, fundações, instalações elétricas, hidráulicas e gás.

### 5 DISCUSSÃO SOBRE O PROCESSO DE PROJETO BIM APLICADO

Em cada um dos estudos de caso o processo de projeto aplicado foi o mesmo, dividido em quatro etapas principais: Plano de necessidades, Modelagem, Coordenação e Documentação Final. Esta divisão se fez necessária, como forma de adaptar os conceitos de BIM à prática tradicional de desenvolvimento de projetos adotada pela maioria dos escritórios de projetos em Curitiba-PR. A seguir são apresentadas essas quatro etapas.



## 5.1 Plano de Necessidades

O plano de necessidades é o primeiro contato do Gerente BIM responsável pelo projeto com o cliente por meio de uma reunião. Nesta reunião participaram a incorporadora/construtora, o projetista arquitetônico e o Gerente BIM. São discutidas as principais características do projeto, como por exemplo seu padrão, comercial ou residencial, quantos apartamentos por andar e quais as expectativas e metas da construtora com o empreendimento em questão. O objetivo desta etapa é obter e organizar os dados de entrada do projeto, principalmente as necessidades do cliente final do empreendimento, assim como antecipar as tecnologias e recursos disponíveis, de forma a evitar futuros retrabalhos causados por informações anacrônicas. Nesta reunião é definido e apresentado também o processo que será utilizado no desenvolvimento do projeto e são fornecidos os requisitos esperados do projeto e dos projetistas dentro do processo que será aplicado. Com as metas básicas para o empreendimento definidas e com a concordância do cliente com o processo de projeto sugerido, a reunião inicial é dada como encerrada. É estabelecido, então, um prazo para que seja montada a equipe do projeto, a proposta arquitetônica inicial e é agendada a reunião seguinte.

Na segunda reunião todos os projetistas designados para o projeto das diferentes especialidades necessárias são envolvidos no processo juntos com a construtora. A equipe de projetistas é contratada acordando com o processo de desenvolvimento do projeto sugerido pelas empresas “A” e “B”. Nesta reunião com toda a equipe, de forma colaborativa, foram feitas as definições básicas do projeto, já compatibilizando as propostas, de forma a evitar problemas futuros. A participação de todos nesta fase é muito importante, porque através de um processo colaborativo, as definições básicas do projeto são feitas a partir dos pontos de vista das diferentes especialidades, evitando incompatibilidades futuras e abrindo espaço para discussões entre os projetistas e a construtora em um momento inicial do projeto, quando alterações não refletem de forma tão impactante em aspectos de custo, prazo e atendimento às necessidades do empreendimento. Um aspecto interessante desta etapa foi, justamente, adiantar discussões que normalmente só ocorrem nas fases finais do projeto, como aquelas relacionadas aos processos e tecnologias empregadas na execução, desta forma os projetistas já partem para a elaboração dos projetos básicos em posse de maiores informações e critérios para sua elaboração.

Algumas definições importantes tomadas neste momento são, por exemplo: sistema estrutural empregado, local do *shaft* compartilhado para prumadas, especificidades do empreendimento em relações a outros já trabalhados ou ainda definições únicas que serão base deste novo projeto.

## 5.2 Modelagem

A segunda etapa iniciou com o desenvolvimento do principal produto do processo, o modelo BIM 3D baseado no projeto básico enviado pela equipe de *design*. Nessa fase as ferramentas de representação dos projetos mais utilizadas foram o AutoCAD e o Revit.

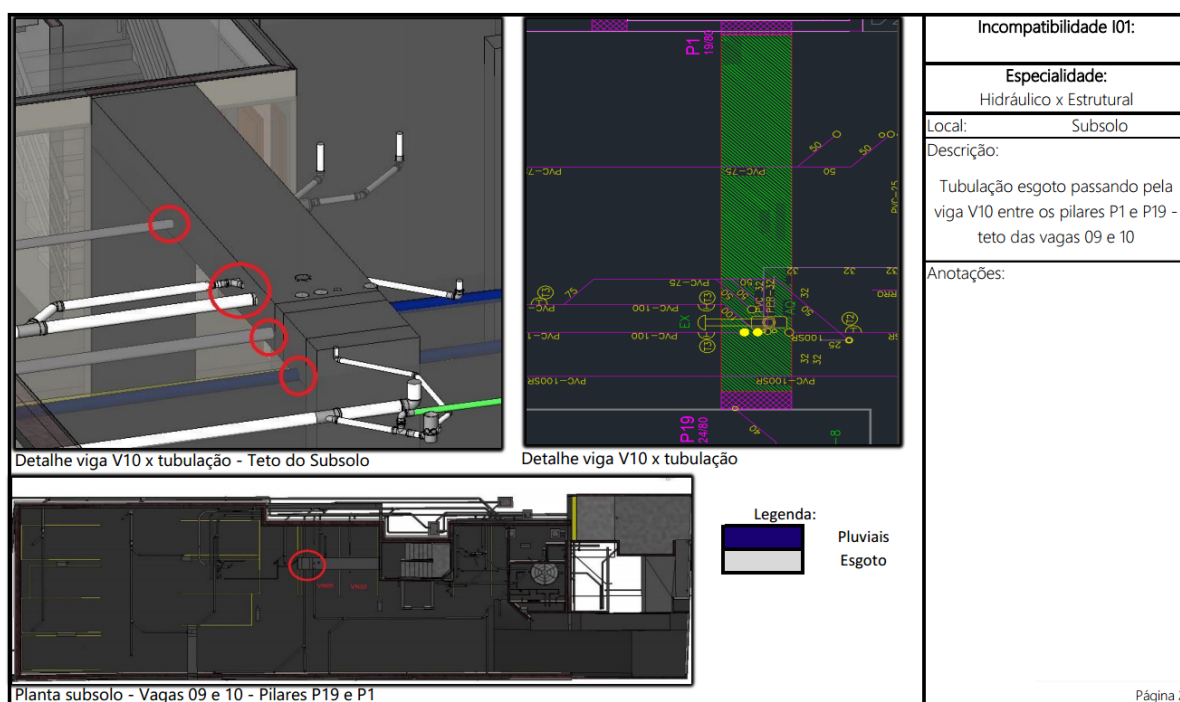
Como ainda não é prática dos projetistas realizar a modelagem BIM de seus projetos, a melhor solução encontrada foi “terceirizar” o serviço, deixando-o a cargo da “empresa B”, também responsável pela coordenação dos projetos. Os projetistas enviaram seus desenhos para a nuvem na plataforma do Microsoft SharePoint em formato “.DWG” e a equipe de modelagem trabalhou em cima desses desenhos na construção do modelo 3D utilizando o Revit. Todas as características e informações apresentadas em planta foram inseridas no modelo tridimensional paramétrico. A fidelidade aos projetos em 2D foi absoluta, pois a partir deste modelo foi realizada a coordenação dos projetos e a verificação de incompatibilidades físicas, para, em sequência, gerenciar o trabalho de encontrar as melhores soluções para o projeto.



### 5.3 Coordenação

A terceira etapa consistiu em extrair informações do modelo e analisá-las, verificando incompatibilidades e deficiências do projeto, que foram então organizadas e levadas para a reunião colaborativa de coordenação, onde foram discutidas soluções com toda a equipe de projeto. Nesta etapa o Gerente BIM, através de ferramentas de *Clash Detection* do Revit, BIM Glue360 e Navisworks, encontrou incompatibilidades físicas entre os projetos e organizou um relatório de incompatibilidades, representado na Figura 1, que foi distribuído entre a equipe de projetos e levado para a reunião colaborativa na qual toda a equipe discutiu e propôs as melhores soluções para os problemas encontrados. Em cada projeto foram feitas quatro reuniões destas com durações variadas entre uma e quatro horas, sendo que este número de reuniões foi definido no acordo contratual. A tomada de decisão ocorreu sempre nestas reuniões, com responsáveis pelas decisões munidos com informações suficientes para tal processo e envolvendo toda a equipe, salvo raras exceções onde precisava-se de uma resposta imediata e a tomada de decisão acontecia em ambiente virtual, pelo SharePoint ou e-mail.

Figura 1 – Exemplo de incompatibilidade registrada no relatório



Fonte: O autor.

O controle das versões do modelo foi centralizado no Gerente BIM, que foi responsável por garantir que todos estivessem trabalhando sob a mesma versão do projeto. Após cada reunião o Gerente BIM organizava as alterações no projeto realizadas pelos projetistas, que eram feitas apenas com base nas discussões realizadas. Nenhuma outra alteração era permitida. Caso houvesse algum novo problema verificado durante esta fase, o mesmo era reportado para o Gerente BIM que o incluía no escopo da próxima reunião, conforme sua prioridade e impacto global no empreendimento.

O Gerente BIM encarregava-se, ainda, de fazer, sempre que necessário, as simulações entre diferentes soluções propostas pelos demais agentes de projeto. Estas simulações foram feitas visando, principalmente, verificar os impactos em prazo e custo de cada solução. Aspectos como manutenção e exequibilidade das soluções foram também verificados sempre que





possível. Os resultados de cada simulação eram então apresentados na reunião seguinte, para que fosse definida, em conjunto, qual solução seria adotada.

Após as soluções do projeto estarem compatibilizadas e o modelo devidamente atualizado, o gerente extraía as informações necessárias do modelo para dar continuidade no processo e desenvolver modelos BIM 4D e 5D. Foram extraídos os principais quantitativos diretamente do modelo, tornando o orçamento da obra mais preciso, de acordo com os profissionais da construtora.

O Gerente BIM atuou junto à equipe de planejamento da construtora na elaboração do cronograma inicial das obras. Este cronograma foi inserido no modelo e então gerou-se o modelo 4D. De posse deste, foram analisadas as etapas da execução em uma reunião de coordenação voltada especificamente para este fim. Solucionadas as incompatibilidades 4D, deu-se por encerrada a fase de coordenação.

## 5.4 Documentação Final

A partir dos modelos gerados e com todas informações organizadas pelo Gerente BIM, foram elaborados os documentos finais de entrega da fase de *design* do projeto.

As pranchas que foram levadas para o canteiro continham, de fato, informações em nível executivo. Estas pranchas estavam com as soluções compatibilizadas e munidas de diversas informações que complementam seu entendimento e visualização. No entanto, foram entregues em formato de CAD e elaboradas pelos próprios projetistas, a partir do modelo BIM e em conformidade com o mesmo, sendo verificadas pelo Gerente BIM responsável pelo projeto. Isto foi necessário devido à uma exigência dos próprios projetistas que sentiam-se mais confortáveis em assinar os desenhos que eles mesmos haviam desenvolvido. Aquelas eventuais incompatibilidades restantes que não puderam ser solucionadas no prazo estabelecido para o desenvolvimento dos projetos foram apresentadas em um caderno final de incompatibilidades, para que, ao menos, a equipe de execução possa de antemão se preparar para lidar com as mesmas. Em geral, tratavam-se de questões espaciais que podem ter surgido após as alterações anteriores, mas que devido ao prazo contratual não puderam ser resolvidas a tempo da entrega final dos projetos.

Foram entregues também o orçamento e cronogramas compatibilizados e um memorial do empreendimento, centralizando as informações principais das atividades a serem executadas, para auxiliar na localização das informações do projeto.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de desenvolvimento dos projetos com o viés do BIM estudado neste artigo ocorreu em quatro etapas básicas: Plano de necessidades, Modelagem, Coordenação e Documentação. Esta divisão visou atingir os conceitos associados a BIM sem causar rejeição por parte dos agentes de projeto. Buscou-se agregar as etapas de desenvolvimento de projeto tradicionais em etapas mais amplas e que permitissem uma maior colaboração entre os agentes envolvidos.

A primeira etapa (Plano de Necessidades) está associada com as orientações de implantação do BIM encontradas na literatura, além daquelas associadas ao processo de desenvolvimento de projetos da indústria da construção. Esta etapa buscou identificar quais as metas para os empreendimentos, que orientariam, então, os objetivos e utilizações do BIM, estabelecendo assim um plano de execução e protocolos de modelagem e gestão do modelo, aplicados nas fases seguintes de modelagem e coordenação, visando a documentação final esperada. A apresentação do processo aos agentes envolvidos e a obtenção da concordância dos mesmos, visa tornar claro os fluxos e protocolos estabelecidos, outra questão importante



apontada pela literatura. Esta etapa pode ser associada aos quatro passos de implantação de processos BIM em projetos sugerido pelo *BIM Project Execution Planning Guide V2.1*. Esta etapa permite, ainda, que sejam feitas críticas construtivas ao processo, possibilitando a melhoria contínua do mesmo.

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) veio como uma proposta inovadora para gerenciar o desenvolvimento dos projetos, centralizando suas informações em um modelo único, composto por diversos documentos e elementos. Este conjunto de informações que deve compor o modelo necessita ser integrado, para que os objetivos desta tecnologia sejam atingidos. A integração de toda a informação e o processo de criação conjunta e colaborativa do BIM permite melhorar a qualidade da informação, e tornar-se um apoio eficaz à tomada de decisão. Apesar do conceito de qualidade estar mais relacionado a aspectos subjetivos do que científicos, segundo Nascimento & Santos (2003), ela pode ser entendida como a capacidade de atender aos requisitos de quem solicita essa informação, já que tanto a falta de informações como o excesso, podem conduzir a erros. Definir os parâmetros de troca de informações entre os agentes nas diversas fases de projeto, é parte essencial do processo de implantação do BIM e é, portanto, um dos principais desafios. Um dos riscos inerentes ao BIM, segundo Azhar (2011), está relacionado com a responsabilidade sobre a gestão do modelo, realizar atualizações e distribuir as novas informações. Neste sentido, o papel do Gerente BIM se mostrou essencial para difundir os conceitos relacionados ao BIM, promover a integração das informações e da equipe, confirmando assim sua missão indicada pela literatura, ao menos neste momento em que a tecnologia não está totalmente estabelecida.

Em relação ao modelo tradicional de desenvolvimento de projetos de construção civil, o processo estudado inseriu mudanças culturais e processuais. A antecipação e resolução de problemas, melhorias na representação e visualização do projeto proporcionam um diferencial para o cliente que contratou o serviço, segundo a percepção do mesmo. Foram alcançados benefícios em diversos aspectos, como na velocidade e dinamismo sob o qual foram detectados e resolvidos problemas dos projetos. As reuniões colaborativas representaram uma das principais vantagens do processo de projeto em BIM, de acordo com a própria experiência da equipe envolvida. As soluções obtidas em comum acordo de forma dinâmica, trazem um ganho de tempo e qualidade ao projeto. No processo tradicional uma incompatibilidade chega a levar semanas para ser solucionada, e muitas vezes é levada para obra, onde são buscadas soluções sem o embasamento técnico disponível na fase de projeto. Desta forma, a qualidade elevada do projeto implica também no ganho de tempo, sendo que mesmo que o projeto seja desenvolvido no mesmo espaço de tempo em relação ao processo tradicional, isso é feito com definições mais acertadas, graças ao fornecimento de informações adequadas à tomada de decisão, reduzindo-se a necessidade de correções futuras, durante a execução.

Cada solução adotada implicava em modificações no projeto que, eventualmente, geravam novos problemas. Desta forma, a etapa de coordenação pode se tornar excessivamente demorada, se forem buscadas soluções para todos os problemas de forma contínua. É necessário, portanto, estabelecer critérios de prazo e de qualidade, para que seja definido o período em que serão realizadas as reuniões de coordenação. É importante também garantir o controle do fluxo de informações do projeto, tornando a atuação do Gerente BIM, como agente central deste fluxo, essencial. O papel das TIC utilizadas, como repositórios de dados *online* e distribuição eletrônica das informações, proporciona maior eficiência neste sentido. O desenvolvimento do caderno de incompatibilidades final também demonstrou-se importante, pois ao menos as incompatibilidades restantes foram informadas à equipe que pode se preparar para lidar com as mesmas e procurar soluções alternativas, até o momento em que seriam infligidas durante a execução. O número de reuniões demonstrou-se suficiente para o atingimento das metas de cada projeto, no entanto, poderia ser diferente dependendo da complexidade e necessidades específicas de cada projeto.



O processo de criação dos modelos BIM adotado não foi o ideal. Um processo BIM prevê a concepção do projeto já em 3D, com a colaboração ocorrendo em nuvem e com todos agentes de projeto trabalhando em um mesmo modelo, dividido em *workspaces* para cada especialidade, assim como a extração das pranchas finais, quando necessárias, ocorrendo diretamente a partir do modelo BIM e não sendo geradas em CAD de forma manual. Contudo, na realidade no mercado brasileiro, a solução adotada de terceirização da modelagem, sob responsabilidade da mesma empresa que realizou a coordenação, demonstrou-se ser suficiente para obtenção de ganhos em relação ao processo tradicional.

A entrega final de pranchas em 2D, dispensando o modelo 3D, também não é adequada. Entretanto, o mercado não demonstra, em geral, estar preparado para lidar com um modelo BIM no canteiro de obras, buscando ainda as informações para execução de forma tradicional. Há um desconforto com a mudança de hábitos, e a indústria da construção, tradicionalmente conservadora, não se demonstra muito disposta a quebrar este paradigma, enquanto a tecnologia não estiver melhor estabelecida, temendo reduzir sua produtividade neste processo.

Ainda que o processo avaliado neste estudo não proporcione a mesma integração como a proposta do IPD, ele pôde garantir maior colaboração entre os agentes envolvidos, que propuseram soluções para os problemas encontrados de forma conjunta, levando em conta as implicações globais de suas decisões.

O aumento do uso de BIM deverá promover a colaboração e a integração dos envolvidos, melhorando assim a qualidade dos projetos e o desempenho das edificações como um todo, também, reduzindo custos de maneira geral. Deverá, ainda, ajudar a estabelecer processos, protocolos e formas de contrato que se apliquem de forma mais generalizada à indústria da construção sob esse novo paradigma e a pressionar a criação de políticas e normas nacionais associadas ao BIM.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT); **NBR 13.531**: Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 22 p.

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks and challenges for the AEC Industry. **Leadership and management in engineering**, v. 11, n. 3, 2011.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T.; Competencies of BIM Specialists: Comparative Analysis of Literature Review and Job Ad Descriptions. In: Workshop of Computing in Civil Engineering, ASCE, 2011, Miami, FL, Estados Unidos da América. **Anais...** American Society of Civil Engineers. 2011. 9 p.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **Singapore BIM Guide**, Version 2. 2013, 70 p.

BUILDINGSMART, **Information Delivery Manual**: guide to components and developers methods, 2010. Disponível em: <[http://iug.buildingsmart.org/idms/development/idmc\\_004\\_1\\_2.pdf](http://iug.buildingsmart.org/idms/development/idmc_004_1_2.pdf)>. Acesso em 15/07/2014.

CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Estudo de caso. 2007. 160p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.

CAO, D.; WANG, G.; LI, H.; et al. Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China. **Automation in Construction**, v. 49, p. 113–122, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514002258>>. Acesso em: 1/2/2015.

CIC, COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM Project Execution Planning Guide** – Version 2.1. 134 p. The Pennsylvania State University, EUA. 2011.



DURANTE, F. K.; **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos: Gerente BIM**. 2013. 118 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2013.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução de AYRES FILHO, C. et al. Bookman, Porto Alegre, 2014.

HATTAB, M. AL; HAMZEH, F. Using social network theory and simulation to compare traditional versus BIM–lean practice for design error management. **Automation in Construction**, v. 52, p. 59–69, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580515000333>>. Acesso em: 17/3/2015.

KASSEM, M.; IQBAL, N.; KELLY, G.; LOCKLEY, S.; DAWOOD, N. Building information modelling: protocols for collaborative design processes. **ITcon**, v. 19, p. 126–149, 2014. Disponível em: <[http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2014\\_7](http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2014_7)>. Acesso em: 28/4/2015.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 389 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, S. B.; **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELHADO, S. B. *et al.* **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 115 p.

MIKALDO JR., J.; **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NBIMS, National Building Information Modeling Standard. **Overview, Principles and Methodologies**, Version 1.0 - Part 1. National Institute of Building Sciences, EUA. 2007.

NASCIMENTO, L. A. do; SANTOS, E. T.; A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **ITcon**, v. 11, p. 395–408, 2006. Disponível em: <[http://itcon.org/cgi-bin/works/Show?2006\\_29](http://itcon.org/cgi-bin/works/Show?2006_29)>. Acesso em: 10/4/2015.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, **Automation in Construction**. v. 18, n. 3 p. 357-375. 2009. Elsevier B.V.