

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



IMPACTOS NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS ASSISTIDA PELA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO¹

IMPACTS ON DESIGNING COORDINATION SUPPORTED BY BUILDING INFORMATION MODELLING

Humberto Farina

Universidade de São Paulo, USP
humberto@inprediais.com.br

Karina Matias Coelho

Universidade de São Paulo, USP
karinamatias@usp.br

Resumo

A Modelagem da Informação da Construção é um processo que gera uma mudança conceitual no fluxo de informações do empreendimento e no processo de trabalho das equipes e do contratante. Permite melhorar a comunicação entre os envolvidos no projeto, a qualidade das informações disponíveis para tomada de decisões, a qualidade dos serviços prestados e reduz tempo e custo. Ao desenvolver os processos de forma colaborativa com o apoio da tecnologia tem-se como benefícios a detecção de conflitos, melhor tomada de decisões por meio da visualização, melhor comunicação e prevenção a erros. No entanto, há de se admitir que um processo inovador precisa ser implantado progressivamente, envolvendo os participantes a ponto de se alcançar o ambiente propício para se estabelecer o novo patamar de trabalho. A utilização da Coordenação de Projetos assistida pela modelagem da informação da construção pode ser um passo para uma nova forma de pensar. Por meio desta forma de trabalho, profissionais habituados a desenvolver projetos utilizando processos tradicionais aplicados à plataforma 2D podem sentir a necessidade de mudar, tornando-se em equipes mais comprometidas com a integração e colaboração.

Palavras-chave: Coordenação de Projeto. Modelagem da Informação da Construção. Melhoria contínua. Coordenação espacial.

Abstract

Building Information Modelling inputs changes to the Designing Process, in the workflow and teamwork. It allows the improvement in the communication among the designing team, the quality of the available information, better decision taking and in consequence lower time and cost. The development of collaborative processes with the information technology support could bring benefits how clash detection, visualization that will improve the taking decision, the communication and prevent designing failures. However, it is true that an innovative process must implemented progressively, involving all the collaborators to have the right environment to establish new porch of quality. The use of Designing Coordination Assisted by BIM can be a step to other way of thinking. Through this work, collaborators who used to designing with traditional processes, applying the 2D platform, may feel the needing of change, becoming in a team committed to the integration and collaboration.

Keywords: Designing coordination. BIM. Continuous improvement. Spacial coordination.

¹ FARINA, H., COELHO, K.M.. Impactos na coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.



1 INTRODUÇÃO

A coordenação de projetos tem papel fundamental na organização do fluxo de informações para o correto desenvolvimento dos projetos e troca de informações interdisciplinares. Visa atender as necessidades do empreendedor e das disciplinas de construção. Esse processo tem características inerentes quanto ao tratamento do fluxo de informações, pois considera o tratamento de múltiplas entradas, diversidade de requisitos técnicos a serem cumpridos e diversidade de produtos gerados, em um ambiente de trabalho exclusivamente moldado por relações interpessoais dos especialistas envolvidos.

Melhado (2001) afirma que o projeto é um processo iterativo e coletivo, exigindo uma coordenação do conjunto das atividades envolvidas, compreendendo momentos de análise crítica e de validação das soluções, sem, no entanto, impedir o trabalho especializado de cada um dos seus participantes.

A relação humana e a forma de condução do trabalho em equipe são aspectos que afetam o resultado da coordenação de projetos, trazendo a essa atividade um determinado grau de subjetividade. Nóbrega (2012) demonstra em sua pesquisa que o exercício adequado da função de coordenador exige persistência, perspicácia e manutenção do foco nos resultados. Para o autor o perfil do coordenador de projeto deve conter algumas características essenciais: liderança e empatia.

A liderança é um componente crítico para o sucesso dos projetos, o líder deverá apoiar os membros da equipe incentivando-os a fazer mais e melhor e fomentar a cooperação, comunicação e compromisso com o trabalho. A empatia é importante para que o coordenador seja respeitado pela equipe e para desenvolvimento de um relacionamento de mútua confiança em busca de interesses comuns.

Outra característica que afeta diretamente o resultado do projeto é o embasamento técnico e a experiência de quem atua na coordenação. Em alguns casos, a falta de conhecimento básico dos conceitos dos sistemas que estão sendo projetados e dos métodos construtivos velam as prioridades e tarefas que deveriam ser consideradas pela coordenação, podendo prejudicar o fluxo de atividades da equipe. Os coordenadores de projeto precisam ter uma visão completa e integrada de todo o processo e necessitam de elevado conhecimento técnico para avaliar e analisar o adequadamente as soluções de projeto de diferentes especialidades. Finalmente, uma outra habilidade a se considerar como fundamental é a capacidade de abstração dos modelos que estão sendo concebidos pela equipe e a maneira como novas propostas e análises estão sendo entendidas, analisadas e absorvidas. A cada troca de informações ou cada interação, exige-se do projetista e da coordenação, a capacidade de abstração. Nesse momento, são traduzidas informações representativas ou simbólicas, para um campo abstrato, de construção virtual que é moldado pela experiência e conhecimento de cada profissional.

Muitas vezes nesse momento explicações e argumentos são utilizadas por cada profissional para que haja este equilíbrio e para que as decisões sejam tomadas. Aqui se pode perceber que este processo é recorrente e também inevitável, por se tratar de uma atividade plenamente imaginativa, baseada nas capacidades individuais da equipe.

Como resultado pode-se concluir que o processo de coordenação de projetos é uma atividade complexa, multidisciplinar com atividades intelectuais em dois campos da comunicação, uma baseada plenamente na exploração da imaginação e outro baseada em representações gráficas. A comunicação por meio de representações gráficas é a atual mídia adotada para a elaboração das documentações as quais transmitem as informações para as próximas etapas do empreendimento. Cabe dizer então que a melhoria do processo de Coordenação de Projetos pode ser entendida como o ganho de eficiência nos aspectos citados anteriormente, sendo um deles ligados à mídia de comunicação entre a equipe, a mesma que obriga cada uma a interagir por meio da construção de modelos mentais.



Neste ponto, a tecnologia da informação pode cobrir essa lacuna, traduzindo os conceitos e idéias dos especialistas em modelos tridimensionais, facilitando o entendimento do que se quer expressar como sistema concebido. Nóbrega (2012) destaca a importância dos instrumentos de tecnologia da informação com um facilitador ao desenvolvimento e ao compartilhamento das informações do projeto. O guia da Penn State reconhece como um dos objetivos do BIM a coordenação 3D à identificando como um processo no qual softwares de checagem de interferências são utilizados no processo de coordenação para determinar conflitos, comparando modelos 3D de sistemas de construção. Sua meta é eliminar os grandes conflitos. Os potenciais valores agregados a essas atividades são, entre outros, a coordenação dos projetos através dos modelos de construção e a visualização da construção. A Modelagem da Informação da Construção traz essa possibilidade, sendo nesse momento um catalizador do entendimento dos sistemas do edifício e um facilitador da Coordenação de Projetos e de sua equipe.

Acredita-se, no entanto, que não é necessário um salto de processos e tecnologias de todos os projetistas ou disciplinas para que o Coordenador de Projetos possa trabalhar com o BIM. Ao contrário disso são as atividades de coordenação de projetos que vão trazer o novo ambiente para o trabalho e o estímulo dos colaboradores a se mobilizarem para um novo processo. A realização do cenário ideal, de que todos os projetistas produzam seus modelos BIM e que o coordenador de Projetos gerencie o processo, pode ser conquistado por passos intermediários, fundamentais para a ambientação, convencimento e aprendizado da equipe.

Jensen e Jóhannesson (2013) afirmam que o mais importante no processo de implementação do BIM é a condução da transformação em pequenos passos. A parte de recursos humanos da transformação para o “pensamento em BIM” pode ser uma parte muito difícil. O resultado da pesquisa de alguns autores vem de encontro a esse raciocínio. Succar (2009) demonstra com o BIM Maturity Index cinco níveis de maturidade que podem ser alcançados ao longo da implementação do BIM. Para o autor o progresso do nível mais baixo ao mais alto indica: melhor controle por meio da diminuição de variações entre metas e resultados reais, uma melhor previsibilidade baixando variabilidade na competência, desempenho e custos, uma maior eficácia no alcance de metas definidas e estabelecimento de novas metas mais ambiciosas.

Portanto, em cada organização há de se identificar como iniciar novas práticas com o uso do BIM e ter rapidamente benefícios do avanço tecnológico. Essa tarefa infelizmente não vem se mostrando eficiente com o simples “apertar de botões” mas traz consigo a necessidade de releitura dos processos de condução dos Projetos e por consequência novos sistemas de trabalho até o alcance de experiências satisfatórias.

A proposta deste trabalho passa por elucidar essa hipótese e exemplificar uma das experiências consideradas de sucesso para o avanço do BIM como um processo que promove a melhoria da Qualidade dos Projetos.

2 COORDENAÇÃO DE PROJETOS NO PROCESSO BIM

A coordenação de Projetos é um processo complexo, multidisciplinar e que cumpre a função de gerenciamento do desenvolvimento dos projetos, com atividades administrativas e técnicas. No que tange as atividades técnicas, é evidente que as mudanças na forma de trabalho serão naturalmente transformadas a partir do momento em que os projetistas adotem a modelagem da construção. Será necessário o uso de novas aplicações para a análise de modelos BIM, buscando verificar a qualidade dos trabalhos de cada disciplina e a integração ou compatibilidade entre elas.

Pode-se afirmar também que dependendo do objetivo da modelagem e os usos aos quais os modelos serão submetidos, haverá necessidade de análises quanto à ausência de informações que serão requeridas em fases posteriores do empreendimento, tais como a



fase de Construção e Manutenção.

A qualidade do modelo BIM deverá ser avaliada tal qual é necessário atualmente avaliar a qualidade e conteúdo das peças gráficas geradas pelas equipes de projeto. A diferença de análise de projetos 2D e 3D vem a ser um dos principais degraus a serem vencidos na coordenação de projetos, pois tende a trazer mais esforço ao processo. No método convencional, o processo de projeto é direcionado no sentido de que as informações contidas no conjunto de peças gráficas do projeto (plantas, cortes, fachadas, detalhes) sejam ao longo do tempo evoluídas, compatibilizadas e consolidadas a cada etapa de projeto. A informação é filtrada, idealizada e transformada em ciclos sucessivos de interações, em que os modelos individuais são mesclados, interferências detectadas, novas informações agregadas e novos problemas percebidos. (MANZIONE, 2013). Ao final desse processo a equipe de construção recebe este mesmo conjunto de informações, em seu último estágio, aprovado e liberado pelo coordenador de projetos.

Segundo Ferreira, (2007) a representação em 2D deveria ser a síntese resultante do processo de projeto (documentação) e não a única ferramenta de análise. A representação 2D como processo exclusivo de projeto pode se traduzir em soluções errôneas ou enganosas e necessita de recorrente recomposição mental do espaço 3D, a cada vez que se analisa a representação, tomando mais tempo do projetista. O que seria o fim de um processo é utilizado convencionalmente como meio para a identificação do problema, sua análise e solução. A mesma autora em sua dissertação identificou um grupo de cinco problemas recorrentes das representações bidimensionais:

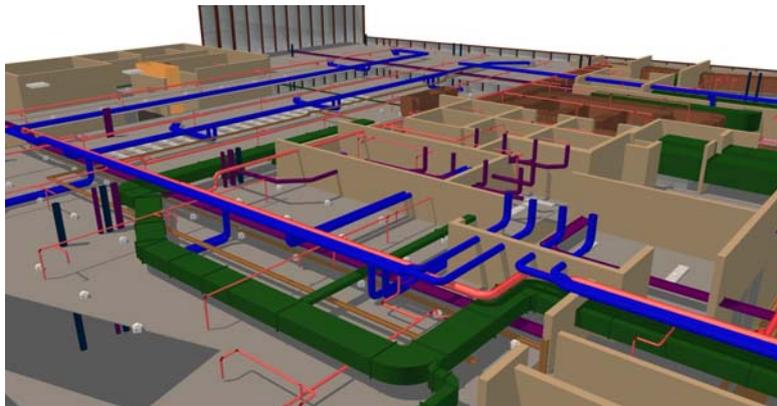
- **Ambiguidade:** A mesma representação pode ser interpretada de mais de uma forma, mesmo que adicionada de notas, símbolos ou esquemas, em geral em algum ponto do contexto do desenho que pode não ser claramente percebido.
- **Simbolismo:** O objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não têm relação com o objeto real que representa.
- **Omissão:** Na tentativa de tornar o desenho mais sintético, são omitidas informações consideradas "óbvias" para o especialista que está projetando. Entretanto, para a análise de outros envolvidos, a informação em geral é desconhecida e, por não estar representada, não é levada em consideração
- **Simplificação:** O projetista simplifica uma determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado.
- **Fragmentação** A fragmentação está relacionada à separação da informação em várias vistas ortográficas (planta, elevação, corte) e pode ser agravada com a eventual representação destas vistas em folhas separadas. O esforço cognitivo é aumentado quando é necessário correlacionar informações representadas em duas vistas diferentes, favorecendo o erro.

No processo BIM, há de se verificar o conteúdo dos modelos de cada especialidade e complementarmente a essa atividade devem ser analisadas também as representações gráficas que serão geradas para a equipe de Construção, concretizando parte do processo que antes era abstraído pela experiência da equipe.

A representação tridimensional usada durante o processo de desenvolvimento de projeto pode representar mais completamente a informação espacial, reduzindo abstrações, especialmente nas etapas de análise, ver Figura 1.



Figura 1 – Representação tridimensional



Fonte: Autores

3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS ASSISTIDA PELA MODELAGEM BIM

A Modelagem da Informação da Construção é um processo que gera uma mudança conceitual no fluxo de informações do empreendimento e no processo de trabalho das equipes e do contratante. Permite melhorar a comunicação entre os envolvidos no projeto, a qualidade das informações disponíveis para tomada de decisões, a qualidade dos serviços prestados e reduz tempo e custo. Ao desenvolver os processos de forma colaborativa com o apoio da tecnologia temos como benefícios a detecção/prevenção de conflitos, melhor tomada de decisões através da visualização, melhor comunicação e prevenção à erros.

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 BIM, o projeto deixa de ser encarado como um processo linear e paralelo e torna-se integrado (GOES, 2011). Por outro lado, segundo Kymmell (2008), a visualização virtual tridimensional possibilitada pelos softwares pode ser considerada também como um empecilho para os projetistas, uma vez que o modelo aponta visivelmente todas as incompatibilidades e dificuldades apresentadas pelo projeto, por menores que sejam, sendo necessárias respostas imediatas. Assim, é necessário que haja determinado nível de conhecimento de projeto por parte do projetista, apresentando soluções de projeto mais cedo, o que pode levar um tempo maior para a execução do modelo.

Em sua dissertação Goes (2011) apresenta resultados para comparação entre a compatibilização de projetos 2D e 3D utilizando-se de ferramentas BIM. Conclui que a quantidade de interferências detectadas ao utilizar-se o modelo BIM como ferramenta de compatibilização foi 78,7% maior que as percebidas pelo processo de compatibilização em duas dimensões. Discriminando-se os problemas pelas fases de projeto, a quantidade de problemas detectados a partir do modelo virtual foi 50% maior no projeto básico, e no projeto executivo, 123%.

Dentro deste contexto transformações devem ocorrer nos procedimentos de trabalho, na forma de comunicação entre disciplinas e na forma de condução do cronograma. Há de se admitir que a ruptura do processo tradicional para um processo inovador precisa ser gradual e contínua envolvendo os participantes do processo a ponto de se alcançar o ambiente propício para se estabelecer o novo patamar de trabalho. A utilização da nova tecnologia exige uma nova forma de pensar.

O coordenador do projeto, no contexto do BIM exercerá maior quantidade de atividades, que exigirão novos conhecimentos a respeito das possibilidades tecnológicas. Segundo Manzione (2014) o novo papel do BIM Manager acabará por sobrepor funções do coordenador de



projeto e acredita ser necessária a melhoria da capacitação do profissional de coordenação de projeto. Acredita que em uma perspectiva de longo prazo a melhoria da capacitação seja a solução mais correta, e a agregação de especialistas em determinadas funções requeridas pelo BIM, possa ser complementada por profissionais subordinados ao coordenador de projetos.

No caso do BIM a coordenação do processo de projeto e a coordenação do desenvolvimento do modelo ocorre de maneira simultânea. O BIM e seus processos têm uma forte base na tecnologia da informação, demandando das profissionais mudanças em suas práticas de projeto e em sua relação com o objeto em si: o edifício (MANZIONE, 2013)

De acordo com Jensen e Jóhannesson (2013), o mais importante no processo de implementação parece ser a condução da transformação em pequenos passos. A parte de recursos humanos da transformação para o “pensamento em BIM” pode ser uma parte muito difícil. É natural que alguns funcionários sintam que estão sendo ameaçados pelas mudanças. Isso por si só pode ser visto como uma boa razão para as empresas implementarem o BIM em pequenos passos. Succar (2009) define em sua classificação de maturidade de implantação, que há um passo relativamente difícil de se atravessar do nível a ao nível b, pois este último envolve um cenário de colaboração já alcançado por todos integrantes das disciplinas envolvidas no Projeto e pressupõe-se um cenário organizado o suficiente para se tenham procedimentos, contratos e regras de colaboração muito definidas. É um patamar de definição do processo BIM junto equipe de Projeto. Sendo assim, existem passos a serem percorridos entre a intenção de se ter BIM nos processos e se ter um processo definido para cultura da empresa, o que passa por um trabalho de quebra das resistências e convencimento dos profissionais para que possam enxergar as vantagens, os riscos e a nova forma de trabalho.

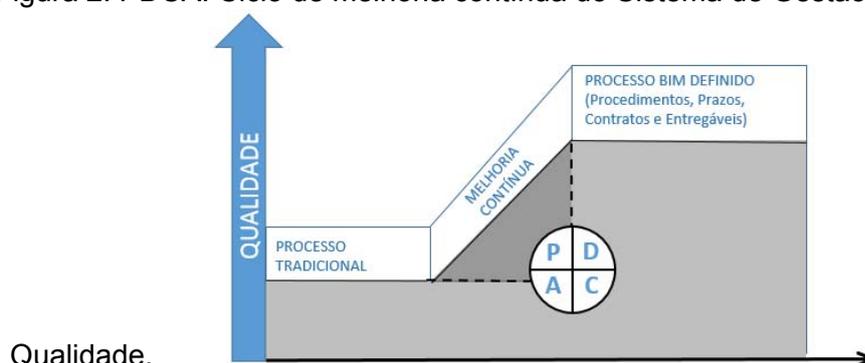
Dentro de uma visão de Gestão da Qualidade, uma ação voltada para a melhoria da Gestão do Projeto seria a implementação cautelosa do BIM, com a proposta da coordenação do Projeto ser realizada por meio de suporte de especialistas e coordenação 3D, trazendo a cultura BIM ao ambiente inovador do trabalho pela melhoria contínua (ciclo PDCA – Plan, Do, Check and Act). Segundo Shiba apud Farina (2001), a melhoria contínua é a aplicação de métodos que visam atender às mudanças de mercado, consistindo em técnicas interativas que procuram atingir cada vez melhores patamares da Qualidade.

A Figura 2 ilustra que o salto de Qualidade deve ser amenizado pelo uso da Coordenação de Projetos com o ingresso de novas práticas, sendo assistida durante a implementação do BIM. Esse suporte tende a ser melhor aproveitado quando há o enfoque nos processos e nas mudanças necessárias para que a equipe evolua em sua cultura e novas práticas, sendo necessário promover ou rever as seguintes atividades como:

- Difusão da tecnologia e cultura BIM;
- Definição de regras contratuais;
- Definição de regras de modelagem;
- Priorização de atividades e desenvolvimento de cronogramas;
- Desenvolvimento de reuniões colaborativas, por exposição de modelos 3D;
- Documentação e feedback para a equipe.



Figura 2: PDCA: Ciclo de melhoria contínua do Sistema de Gestão da



Qualidade.

Fonte: Autores

Define-se aqui a coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção, sendo um dos graus de evolução do processo BIM, baseando-se na teoria de Gestão da Qualidade, como uma ação de melhoria contínua do processo de Coordenação de Projetos.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado traz a experiência profissional dos autores no desenvolvimento de um Projeto junto à Odebrecht Realizações Imobiliárias no Rio de Janeiro e sua equipe de Engenharia. O trabalho se propôs a agregar a coordenação espacial de todos os sistemas prediais pela modelagem BIM de todas as disciplinas em simultaneidade ao desenvolvimento dos Projetos. Os Projetos estavam iniciando a fase de Pré-Executivo, sujeitos ainda a grandes adequações devido às exigências dos clientes, exigências legais e das alternativas tecnológicas que seriam implementadas. Dentre as disciplinas de maior fragilidade nesta fase pode-se citar as ligadas aos Sistemas Prediais, como Ar Condicionado, Automação, Elétrica e Hidráulica, projetos que ainda estavam consolidando os conceitos nas peças gráficas. Foram modeladas também as disciplinas de Arquitetura e Estrutura, sendo a última usando a concepção estrutural mista, com concreto armado no embasamento em perfis metálicos na torre do empreendimento. O processo de coordenação espacial com o BIM rapidamente tomou espaço nas discussões multidisciplinares, trazendo a oportunidade aos novos integrantes da equipe de Engenharia se familiarizarem rapidamente ao Projeto. A seguir o caso é descrito, apresentando os pontos positivos e de melhoria do processo implementado.

4.1. Descrição do Empreendimento

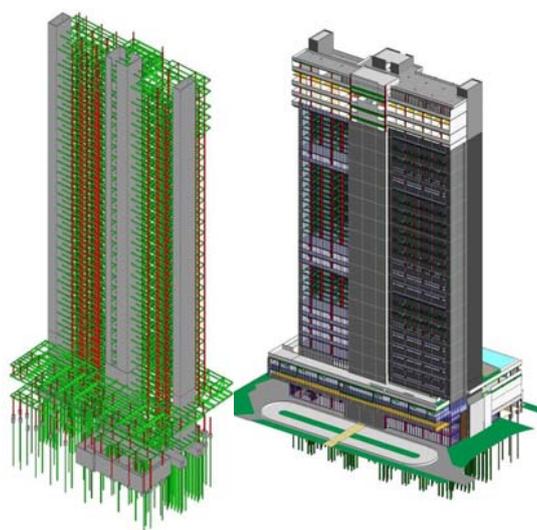
Área do Terreno	4.827,82 m ²
Área Construída	35.585,63 m ²
Área Privativa	14.755,14 m ²
Número de quartos	594
Pavimentos	1º pavimento – Foyer, recepção/ 2º pavimento – Convenção, restaurante e serviços/ 3º pavimento – Pavimento técnico e serviços/ 4º pavimento – Estacionamento/ 5º pavimento – Entretenimento/ 6º pavimento – Área Técnica/ 7º ao 31º pavimento – Quartos/ 32º pavimento – Área Técnica/ 33º pavimento – Cobertura.



4.2. Desenvolvimento do trabalho

O primeiro passo do trabalho foi o desenvolvimento da modelagem da Arquitetura e Estrutura, com o objetivo de caracterizar de forma precisa os espaços e refletir com fidelidade o projeto na fase em que encontrava. A modelagem da Arquitetura e Estrutura já conseguiu apresentar de forma clara os pontos de incompatibilidade, trazendo ao coordenador do Projeto a possibilidade de priorizar as decisões. Como exemplo, haviam pontos onde a Estrutura provocava alterações de fachada e áreas que precisavam ser melhor detalhadas. Pode-se destacar também os encontros das estruturas metálicas às alvenarias. O uso do BIM trouxe ao coordenador de projetos a capacidade de exercer maior liderança sobre a equipe uma vez que a exposição tridimensional destes exemplos citados tornou possível maior interação entre a equipe, deu ao coordenador de projetos a possibilidade de visualizar mais facilmente as soluções possíveis, com caráter multidisciplinar, discutir e tomar decisões simultâneas com os projetistas no momento da reunião e cobrar maior qualidade no detalhamento dos projetos uma vez que as soluções tornavam-se claras para todos. A melhoria neste processo, com o uso do BIM, trouxe ganho de eficiência para a equipe e melhoria de qualidade no projeto.

Figura 3: Modelos de Arquitetura e Estrutura



Fonte: Autores

Em seguida, fez-se uma avaliação dos Sistemas Prediais no pavimento tipo. Antes mesmo do início da modelagem, determinou-se regras de ocupação dos espaços levando em conta critérios de manutenção e operação dos sistemas. Ali foram discutidas previamente as soluções dos sistemas e a organização da instalação, após serem estabelecidas as posições e passagens. A modelagem seguiu com o detalhamento dos sistemas destes pavimentos previamente ao desenvolvimento dos sistemas prediais, servindo como orientação conceitual aos projetos.

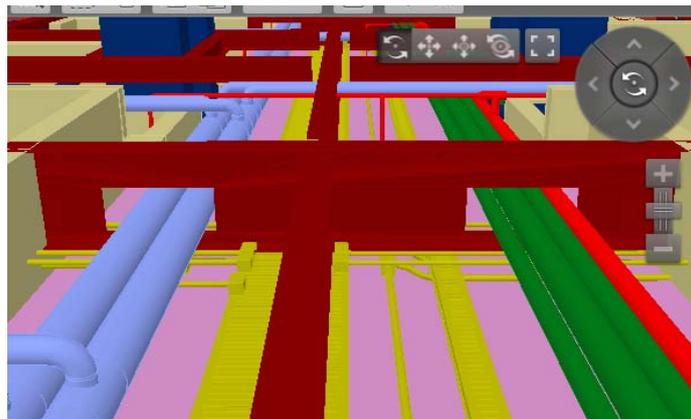
Dentre os sistemas prediais, os sistemas de Ventilação, Exaustão e Ar Condicionado foram modelados prioritariamente, o que tornou mais evidente as necessidades de ajustes dos demais sistemas. Há de se elucidar que muitas decisões tomadas já tinham sido levantadas antes da modelagem, mas o trabalho auxiliou em torná-las evidentes e seguras. O coordenador de projeto pode ter certeza que estaria na direção correta sem deixar margem a questionamentos. Problemas decorrentes do processo 2D tais como a omissão de



informações, a simplificação e o simbolismo, retratados na revisão bibliográfica, deixam de existir quando existe a exposição de projetos integrados e tridimensionais.

Um exemplo a ser citado foi a utilização luminárias de sobrepor em detrimento das de embutir nos corredores. Percebeu-se que se fossem utilizadas luminárias de embutir, certamente seriam enfrentados problemas posteriores quanto a especificação dos produtos e gerenciamento da modificação. A Figura 5 a seguir apresenta a organização encontrada para os sistemas nos forros dos pavimentos típicos.

Figura 5: Organização dos Sistemas Prediais no pavimento típico



Fonte: Autores

O trabalho desenvolveu-se por meio de reuniões multidisciplinares e colaborativas, resultando na antecipação de furações padronizadas das vigas metálicas, liberando-as para a fabricação antecipada. Esse processo também foi outro ponto de grande importância para o projeto, pois pode auxiliar na tomada de decisão para que as vigas fossem liberadas para fabricação dentro dos prazos esperados, auxiliando no cronograma da obra. A Fotos 1 e 2 apresentam o edifício sendo construído com as vigas pré-furadas da fábrica.

Fotos 1 e 2: Vigas metálicas do pavimento tipo pré-furadas



Fonte: Autores

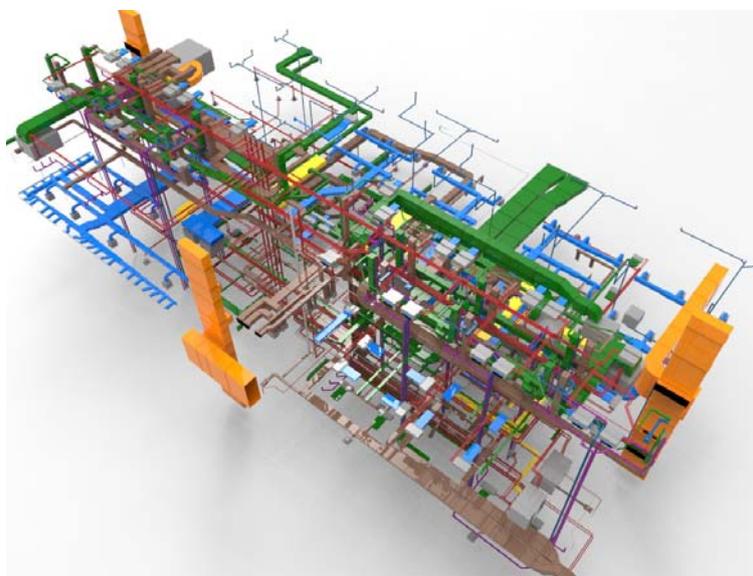
O modelo BIM se desenvolveu de forma a elucidar as decisões, validando ou não os projetos produzidos. A tecnologia da informação surgiu então como facilitador ao desenvolvimento e compartilhamento das informações, como é ressaltado na bibliografia. As novas propostas e análises puderem ser compreendidas pela equipe de maneira uniforme, sem depender da capacidade de abstração individual de cada um. Como resultado o coordenador de projeto obteve maior velocidade de decisão da equipe com o conhecimento das incompatibilidades nivelado no momento das reuniões;



Como elaborado para o pavimento tipo, cada pavimento do edifício foi abordado no mesmo sistema de trabalho, elucidando como os sistemas prediais deveriam estar dispostos para que houvesse o mínimo de impactos para as demais disciplinas (Arquitetura e Estrutura) e que a definição de diretrizes para a organização da instalação dos sistemas prediais, antevendo a situação de enfrentamento da obra. As situações foram passo a passo tornando-se mais complexas, pela quantidade de sistemas existentes.

Com a situação muito clara pode-se antever as dificuldades da mão-de-obra e as necessidades que o projeto de Arquitetura e Estrutura precisariam tratar. Nesse estudo o envolvimento dos projetistas de sistemas prediais foi fundamental para que se estabelecessem critérios e padrões no projeto. A Figura 6 a seguir apresenta a densidade de Sistemas Prediais existentes na área de embasamento. Certamente o planejamento da execução foi essencial e teria se tornado um transtorno gerencial caso cada disciplina avançasse sem discussão e compreensão das dificuldades.

Figura 6: Densidade dos sistemas prediais no embasamento do Hotel



Fonte: Autores

Essa situação trouxe mais uma certeza aos coordenadores do processo, a necessidade de se levar o modelo ao canteiro de obra. O modelo foi elaborado em formato aberto (extensão IFC), sendo empregado no canteiro de obras para consultas das empresas executoras.

4.3. Organização da modelagem

Mesmo sendo um processo de modelagem por uma única empresa, o que é denotado pela minimização de falhas processuais devido à praticamente a ausência de troca de informações de modelos BIM, foram tomados cuidados quanto à organização da produção dos modelos como:

- Organização de bibliotecas de componentes;
- Controle de versões e modelagem dos Projetos;
- Hierarquização dos sistemas e subsistemas;
- Definição de padrões gráficos para cada subsistema;
- Regras para união de modelos e exportação do IFC;



- Procedimentos para apresentação das partes do modelo segundo as pautas das reuniões de coordenação.

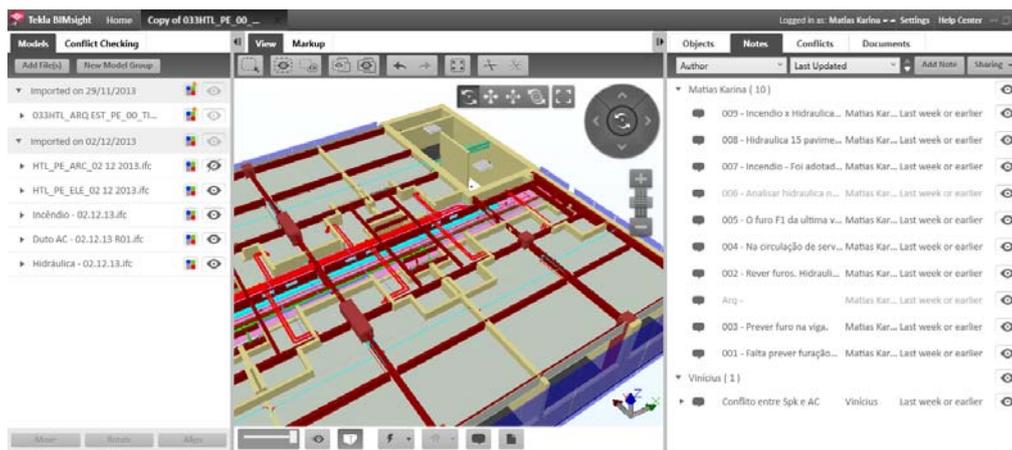
A modelagem, como já mencionado seguiu uma ordem de produção de acordo com os interesses da coordenação do Projeto, sendo voltada para este processo. Evitou-se assim que os modelos pudessem estar em fases diferentes de produção e portanto, economizo energia e tempo nas reuniões.

4.4. Documentação

A documentação de análise da coordenação foi realizadas de duas formas distintas, uma por meio de relatórios descritivos e imagens extraídas dos modelos e outra por meio de relatórios do software TeklaBIMsight, pelo qual foi possível mapear todos os locais de incompatibilidades.

Estes relatórios foram enviados a todos colaboradores, podendo estes fazerem a navegação do modelo e entenderem os seus sistemas e suas posições a cada pavimento. A Figura 7 apresenta a forma de visualização relatório. Foram utilizados os dois relatórios para cobrir qualquer dúvida dos Projetistas, sendo o relatório descritivo uma referência aos coordenadores dos pontos de maior criticidade do Projeto.

Figura 7: Relatório 3D de análise do Projeto



Fonte: Autores

4.5. Colaboração e comportamento da equipe

Cabe ressaltar situações que foram importantes aos resultados do trabalho bem como trouxeram para o grupo a certeza que o trabalho foi benéfico. Os gestores do processo visualizaram na ferramenta a possibilidade de dominarem o Projeto de forma eficaz, reduzindo tempo de compreensão dos projetos e por outro lado focando nos pontos de maior dúvida e necessidade de tomada de decisão.. A maioria dos projetistas perceberam logo nas primeiras reuniões que o trabalho poderia auxiliá-los na verificação do Projeto, tornando uma ferramenta complementar para todos. O olhar da equipe não mais repousava sobre o plano da mesa para que se entendesse mas no modelo tridimensional para análise soluções. Como ressaltava a bibliografia, a necessidade de tempo para abstração dos projetos foi diminuído com o uso do BIM, dando espaço para a discussão de soluções de projeto e maior participação do coordenador de projetos em se tratando de um projeto de alta complexidade. O trabalho ainda estimulou parte dos projetistas utilizarem o software de análise nos seus próprios escritórios, podendo rever o modelo após as reuniões.



5 COMENTÁRIOS FINAIS

Entende-se que o trabalho desenvolvido retrata um momento de transição entre um processo convencional e o novo processo de coordenação de Projetos com o BIM. A coordenação assistida pela modelagem BIM pode ser um meio bastante eficiente para que uma equipe de Projeto se estimule a investir em novos métodos de trabalho, bem como os coordenadores ou empreendedores possam entender como tirar proveito do novo processo. Confirma-se aqui as afirmações encontradas na bibliografia de que os processos de transformações devem acontecer em pequenos passos para que novos processos possam ser amadurecidos e incorporados paulatinamente enquanto tornam-se experiências sejam consolidados para dar seqüência a passos mais avançados. Essa afirmação torna-se válida tanto para os coordenadores de projeto quanto para os projetistas. Com a introdução do BIM as características de liderança exigidas do coordenador se tornarão mais importantes devido à maior velocidade de identificação e solução dos problemas de projeto em tempo real, durante as reuniões. Também será maior a sua responsabilidade na exigência de projetos em termos de qualidade com a introdução de novas práticas de trabalho. A capacitação técnica e de conhecimento de processo deste profissional será ainda mais exigida.

Quanto aos projetistas, forçá-los a ingressarem em BIM por meio de cláusulas contratuais pode não ser a forma mais eficiente para a melhoria contínua do processo atual, pois ela proporcionará uma situação de falta de uniformidade no estágio de implantação de cada disciplina. A existência de muito disparate pode trazer ao processo um elevado grau de perturbações, tornando as dificuldades geradas pela falta de experiência da equipe, preponderantes às discussões técnicas que são necessárias ao desenvolvimento do Projeto. Por fim são apresentados os aspectos que mais se destacaram da experiência, sendo:

- A visão sistêmica proporcionada para toda a equipe, obtendo-se o convencimento rápido e objetivo das necessidades do Projeto;
- A possibilidade de se efetuar uma análise técnica abrangente, como especialista de Sistemas Prediais;
- O estímulo dos projetistas ao entenderem o contexto de sua especialidade no todo e a possibilidade de aproveitamento do trabalho para melhoria do Projeto bem como para a capacitação de sua equipe;
- A segurança na tomada de decisão dos coordenadores, que ao compartilharem da visão do trabalho percebem o grau do risco a se assumir para suas decisões.
- O estímulo de levar o modelo ao canteiro de obra para que servisse de material de consulta para as empresas executoras.

REFERÊNCIAS

FARINA, H. Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de sistemas prediais. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001. 130p.

FERREIRA, R. C. O uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações. São Paulo. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007. 159p.

GOES, R.B. Compatibilização de Projetos com o Uso da Ferramenta BIM. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado São Paulo, 2011. 145p.



JENSE, P.A.; JÓHANNESSON, E.I. Building information modelling in Denmark and Iceland. Engineering, Construction and Architectural Management, Bingley, vol.20, no.1, p. 99-110, 2013.

KYMMEL, W. Building Information Modeling: Planning and managing construction project with 4D and simulations. E.U.A.: McGraw-Hill, 2008. 270 p.

MANZIONE, L.. Porque o Bim Manager não é necessário. Disponível em <<http://www.coordenar.com.br/porque-o-bim-manager-nao-e-necessario>>. Acesso em 02 mai. 2015

MANZIONE, L. Proposição de Uma Estrutura Conceitual da Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM. São Paulo, 2013. Tese (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013. 325p.

MELHADO, S.B. Coordenação, cooperação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do processo na construção de edifícios. 2001. Tese (Livre-docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.235p.

NÓBREGA, C.L. Coordenador de projetos de edificação: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. 2012. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012. 227p.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SUCCAR, B. Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation In Construction. V.18 p. 357-375.2009