



CONCEPÇÃO DE PROJETO DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS SANITÁRIOS PREDIAIS: mudanças no processo de projeto com a utilização de *Building Information Modeling* (BIM)

Laís Aparecida Ywashima (1); Marina Sangoi de Oliveira Ilha (2)

(1) Área de Construção Civil – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil – e-mail: lais@fec.unicamp.br

(2) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: milha@fec.unicamp.br

RESUMO

O processo de projeto na grande maioria dos escritórios de projeto ainda é realizado de forma tradicional, ou seja, a partir do projeto de arquitetura é proposta a solução dos elementos estruturais e por fim são incorporados os sistemas prediais em que, nem sempre, a solução final é a mais satisfatória do ponto de vista da utilização do edifício pelo usuário ou da operação do edifício propriamente dito. Assim, normalmente, são realizadas diversas reuniões para compatibilização dos projetos, as quais consomem muito tempo, além de gerar retrabalho dos projetistas de todas as áreas envolvidas. Para a melhoria do processo de projeto, é essencial a construção de um modelo único entre os envolvidos, com informações melhores e mais precisas para o atendimento das necessidades dos clientes, integradas entre si e com a construção da edificação. Para tanto, pode ser empregado a *Building Information Modeling* (BIM), que vem sendo apresentada como uma tecnologia e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção. A BIM envolve uma prática de projetos integrada em que há um envolvimento de todos os participantes da cadeia da construção no que tange à construção de um único modelo de edifício. Porém, para a sua implantação, faz-se necessário uma mudança no atual processo de geração de projetos. Desta maneira, o presente artigo visa apresentar, a partir de uma revisão bibliográfica e documental consolidada, o potencial de aplicação dessa ferramenta no que tange a elaboração dos projetos dos sistemas prediais hidráulico-sanitários, identificando as diferenças entre os processos de projeto convencional e com a utilização da BIM. Os resultados obtidos podem subsidiar propostas de melhorias para o processo de projeto desses sistemas.

Palavras-chave: sistemas prediais, sistemas prediais hidráulico-sanitários, *Building Information Modeling*, BIM, projeto integrado.

1 INTRODUÇÃO

O edifício pode ser considerado como um sistema composto por diversos subsistemas que se relacionam entre si. Assim, para se obter o melhor desempenho do todo, deve-se procurar uma solução conjunta de todas as partes que o compõem (ILHA e GONÇALVES, 1993).

Porém, apesar do avanço tecnológico da Construção Civil nos últimos anos, em empresas de pequeno porte ainda é comum o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização das disciplinas do projeto, o que gera vários fatores negativos, tais como a má qualidade da edificação, um maior índice de retrabalho e um acréscimo no custo da obra (TAVARES JÚNIOR, POSSAMAI e BARROS NETO (2007)).

De sua vez, os métodos para avaliação ambiental de edifícios estão sendo utilizados com a intenção de encorajar o mercado a obter níveis superiores de desempenho ambiental, por meio da atribuição de selos ambientais para edificações (SILVA, 2003). O mercado vem exigindo edifícios com desempenho ambiental cada vez maior, o que inclui, por exemplo, a implementação de medidas que visem o uso sustentável da água.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde os recursos financeiros são escassos e que possui uma grande demanda para a construção para combater a pobreza e garantir níveis mínimos para a qualidade de vida a grandes parcelas da população, é difícil proporcionar proteção ambiental como prioridade, desta maneira, a viabilidade econômica assume vital importância. Assim, busca-se nas construções sustentáveis um equilíbrio entre a viabilidade econômica, a limitação do ambiente e as necessidades da sociedade (SILVA *et al.*, s.d *apud* SILVA, 2003).

Segundo Pardini (2009), o assunto sustentabilidade na construção civil ainda é novo e tem sido mais efetivo desde 2007, porém, o conhecimento na área ainda é superficial. O seu estudo revela que mesmo em centros avançados da construção civil brasileira, como as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, o mercado ainda não está preparado para os selos verdes internacionais, pois muitas empresas desconhecem conceitualmente as certificações, mesmo as pioneiras, ainda encontram-se na curva de aprendizado. Acrescenta ainda que é condição fundamental para que os empreendimentos sejam sustentáveis, que o desenvolvimento do projeto integre todos os agentes das diferentes áreas de conhecimento, que compõem a equipe multidisciplinar. Observa a necessidade da visão cada vez mais holística dos empreendimentos, abrangendo toda a vida da edificação e a implementação de princípios de desenvolvimento sustentável.

Por sua vez, a *Building Information Modeling* (BIM) vem sendo apresentada como uma tecnologia e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção que pode reverter esse problema, pois envolve uma prática de projetos integrada, onde haveria um envolvimento de todos os participantes da cadeia da construção no que tange à construção de um único modelo do edifício (ANDRADE e RUSCHEL, 2009).

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é apresentar, a partir de uma revisão consolidada, o potencial de aplicação da BIM na elaboração dos projetos dos sistemas prediais hidráulico-sanitários, identificando as diferenças entre os processos de projeto convencional e com a utilização do BIM, tendo como escopo principal o uso sustentável da água.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho contemplou duas etapas: revisão bibliográfica para compreensão do problema em questão, contemplando basicamente o processo do projeto dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários e a conceituação de BIM, e avaliação do potencial de aplicação da BIM para a melhoria do processo de projeto desses sistemas.

4 PROCESSO DE PROJETO

Segundo Amorim e Gonçalves (1997) o projeto:

- representa um processo de criação;
- representa o grau de interrelacionamento que ocorre entre os intervenientes no processo de produção da edificação;
- é um elemento de diálogo com os responsáveis pela execução;
- é documento que permanece para análise futura de problemas.

Para Barros e Sabbatini (1996) a etapa de fase de projeto deve considerar as exigências e anseios dos usuários, dos empreendedores, dos projetistas, da construtora e do setor de suprimentos. Contudo, as necessidades dos usuários não são padronizadas, existem fatores que são difíceis de identificar ou quantificar, além das características locais do empreendimento. Há uma grande defasagem entre a quantidade de informação disponibilizada nos documentos de projeto e a capacidade de absorção dos profissionais que o aplicam, principalmente no caso dos projetos dos sistemas prediais (FARINA, 2002).

As soluções obtidas na etapa de projeto repercutem em todo o processo de construção e, consequentemente, na qualidade final do produto a ser entregue ao cliente pois, nesta etapa há a concepção e o desenvolvimento do produto que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes. Essas soluções também impactam a execução da obra, pois definem partidos, detalhes construtivos e especificações que permitem maior ou menor facilidade de execução. Além disso, a qualidade do projeto pode ser definida como a qualidade da descrição da solução ou de sua apresentação, resultante da clareza e da precisão do projeto executivo, dos memoriais descritivos, do dimensionamento e das especificações técnicas (USUDA, 2003).

O projeto, além de ser um importante instrumento de decisão sobre as características do produto, influí diretamente nos resultados econômicos dos empreendimentos e interfere na eficiência de seus processos, enquanto fonte de informação para a produção (FIGUEIREDO, 2010).

Segundo Farina (2002), os projetos desenvolvidos de forma independente e estanque podem apresentar uma solução final que não será a mais adequada, pois, provavelmente, existirá descontinuidade entre os subsistemas do edifício e, consequentemente, baixo desempenho global.

Assim, as empresas devem procurar o desenvolvimento de metodologias de trabalho que contemplam as interfaces entre as etapas do empreendimento e se preocupem com a interatividade dos vários sistemas que compõem o edifício. A seguir apresenta-se na Figura 1 o arranjo tradicional da equipe de projeto e na Figura 2 o conceito da equipe multidisciplinar proposta por Melhado (1994).

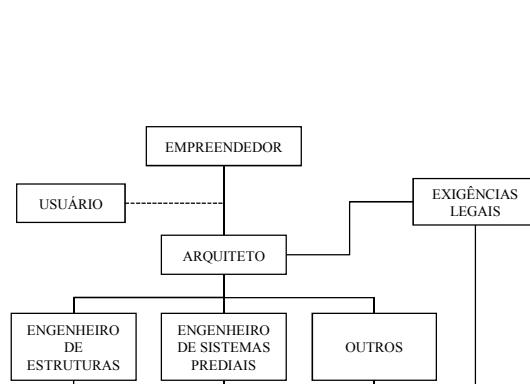


Figura 1 – Arranjo tradicional da equipe de projeto. Fonte: Melhado (1994).

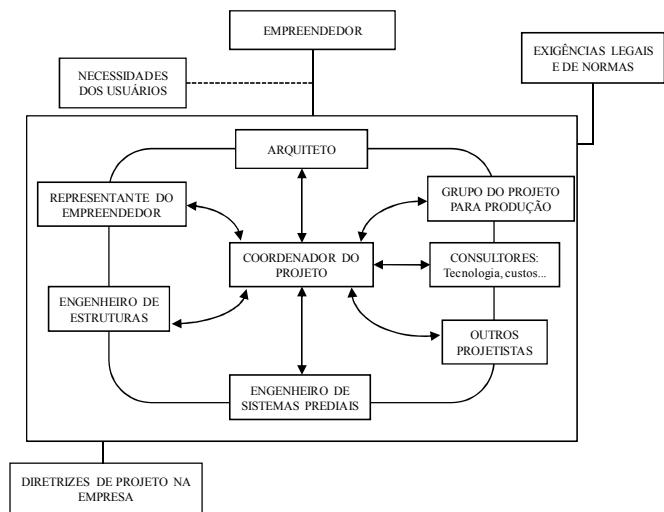


Figura 2 – Conceito de equipe multidisciplinar. Fonte: Melhado (1994).

A Figura 3 apresenta um fluxo teórico de informações do processo de produção de um projeto que pode ser de arquitetura, estruturas ou sistemas prediais. Já a Figura 4 mostra a relação entre empresas de projeto e os outros intervenientes do processo.

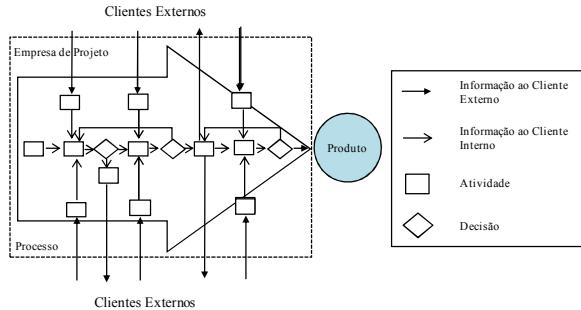


Figura 3 - Fluxo de informações teórico do processo de produção de um projeto.

Fonte: Farina (2002).

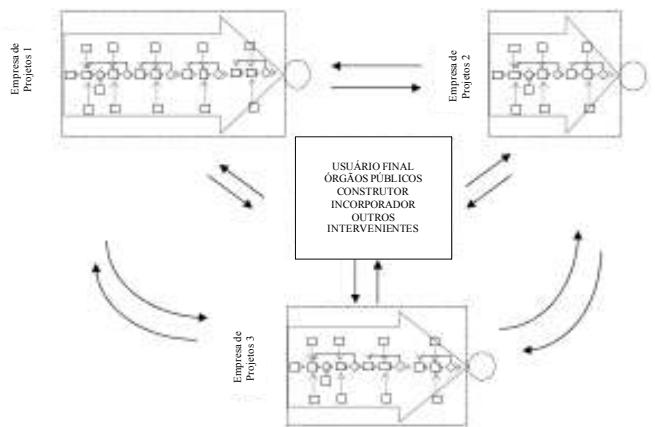


Figura 4 - Processo de produção do projeto de um edifício – troca de informações.

Fonte: Farina (2002).

4.1 Projeto de sistemas prediais hidráulicos e sanitários

Segundo Graça, Freire e Farina (1998), na etapa de projeto de sistemas prediais aborda-se pouco o projeto conceitual. O detalhamento, muitas vezes, é feito a partir de reuniões de lançamento do empreendimento, atribuindo poucas considerações ao estudo de alternativas e dos intervenientes que possam prejudicar o sistema. Assim, o desempenho final dependente da experiência do projetista.

Farina (2002) observa que a especialização da mão de obra na área de sistemas prediais não acompanhou o avanço da tecnologia, ou seja, a maioria das empresas de projeto subutiliza as novas ferramentas, utilizando apenas para a função de desenho. Além disso, as empresas têm a grande tendência de terceirizar os seus serviços, que leva a dificuldades como: padronização de representação e soluções técnicas, controle de prazos e conteúdos de projeto, aumento da possibilidade de incompatibilidade entre projetos de diferentes sistemas prediais de um mesmo edifício, entre outros.

Usuda (2003) caracterizou o processo de projeto das empresas de quatro empresas de projeto estrutural que atuam na região de Sorocaba-SP e São Paulo-SP e que executam projetos de edifícios residenciais, comerciais e industriais, tendo como resultado o apresentado na Figura 5.

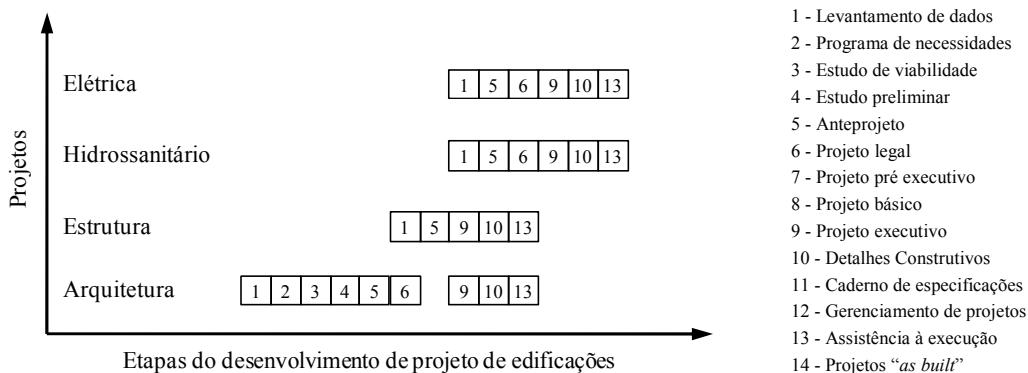


Figura 5 - Etapas do processo de projeto adotado pelas empresas pesquisadas por Usuda (2003).
Adaptado de: Usuda (2003).

De acordo com Usuda (2003), a contratação dos profissionais de projetos de estrutura e sistemas prediais ocorre após a conclusão do anteprojeto arquitetônico, não havendo participação nas fases iniciais de projeto da edificação a ser construída. O autor acrescenta que a aprovação do projeto de proteção e combate a incêndios no corpo de bombeiros tem sido a causa de grandes alterações nos

projetos de arquitetura e, desta forma, é essencial a participação de profissionais especializados (engenheiros de segurança) durante as fases iniciais do processo de projeto. Além disso, a participação das outras modalidades de projeto também pode colaborar com informações importantes para que as interferências sejam minimizadas. Porém, isso não ocorre na maioria dos casos, pois o projeto estrutural se inicia com o anteprojeto arquitônico concluído e os projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias se iniciam a partir do anteprojeto estrutural concluído. Na ausência do coordenador, o projeto não é compatibilizado e os elementos (alvenaria, estrutura, instalações, esquadrias, etc.) que compõem a edificação, não são integrados de forma que permitam a racionalização da construção.

Segundo o referido autor, em geral, a etapa de execução da obra se inicia com os projetos executivos da arquitetura e estrutura concluídos, porém os projetos dos sistemas prediais ainda estão na etapa de anteprojeto. Desse modo, a compatibilização de algumas interferências serão realizadas somente na obra, geralmente por pessoal não capacitado e sem o compromisso de responsabilidade com o projeto, prejudicando ainda mais o desempenho do edifício como um todo.

Por outro lado, é crescente o interesse do mercado na busca pelo melhor desempenho ambiental. Por exemplo, no caso dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, a conservação de água no âmbito das edificações, ou gestão da água, é recorrente nos sistemas de avaliação ambiental conforme podemos observar em Ilha (2007). E em Ywashima et al (2007) e Ywashima e Ilha (2009) encontram-se itens contemplados nos principais métodos de avaliação ambiental no que se refere aos sistemas prediais hidráulicos e sanitários.

Desta maneira, a conservação de água, no âmbito das edificações, contempla ações tanto para a gestão da demanda quanto da oferta de água. Por exemplo, o aproveitamento de água pluvial, a incorporação de reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem em elementos-chave para a gestão de recursos hídricos e de redução da poluição.

Para que essas medidas sejam mais efetivas, faz-se necessária a incorporação destas alternativas desde a etapa de concepção das edificações. Além disso, nota-se uma grande disponibilidade de informações que não conseguem ser absorvidas plenamente pelas equipes de projeto.

Além do impacto de redução do consumo que as ações para a conservação de água nas edificações podem gerar, outro item importante a ser considerado é a viabilidade técnica e econômica destas opções.

4.2 *Building Information Modeling - BIM*

Building Information Modeling (BIM), comumente conhecida como Modelagem da Informação da Construção ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual, pode ser definida como um modelo digital composto por um banco de dados que permite agregar informações para diversos fins, o que pode contribuir para o aumento de produtividade e racionalização do processo de construção (TSE, WONG e WONG, 2005).

BIM é uma nova maneira de abordar o projeto e documentação para a construção por meio da modelagem e gestão não apenas de desenhos, mas também de informação. Onde se permite a geração automática de desenhos e relatórios, análise de projeto, simulação de programação, gestão de instalações e, a construção de informações mais precisas para tomadas de decisão e, consequente, uma melhor construção de edifícios (BENTLEY, 2010).

Para Eastman *et al.* (2008) a modelagem paramétrica e interoperabilidade, duas das principais tecnologias presentes na BIM, as diferenciam dos sistemas de CAD tradicionais. A primeira permite representar os objetos por parâmetros e regras associados à sua geometria, bem como incorporar propriedades não geométricas e características aos objetos. Já a interoperabilidade é uma condição para o desenvolvimento da prática integrada.

Os autores acrescentam que a BIM pode ser considerado uma transição histórica na prática de projetos. Devido à automatização parcial do detalhamento dos desenhos de construção, a BIM redistribui os esforços no processo de projeto, dando maior ênfase na concepção do produto. Para a sua implementação, é necessária uma mudança de paradigma.

Nos sistemas CAD-BIM, os componentes do edifício são objetos digitais codificados que descrevem e representam os componentes do edifício real. Por exemplo, uma parede que é um objeto com propriedades de paredes e age como uma parede, ou seja, o objeto é representado por dimensões como comprimento, largura e altura além de possuir atributos parametrizáveis como materiais, finalidade, especificações, fabricante, e preço (CRESPO E RUSCHEL, 2007).

Succar (2009) apresenta os 3 estágios de maturidade do BIM (Figura 6). Onde o Pré-BIM é o ponto de partida, a situação da empresa antes do BIM. A maturidade do BIM inclui componentes de tecnologia, processos e políticas, sendo considerados 3 estágios:

- estágio 1: modelagem baseada em objetos;
- estágio 2: colaboração baseada em modelos;
- estágio 3: integração com base na rede de trabalho.

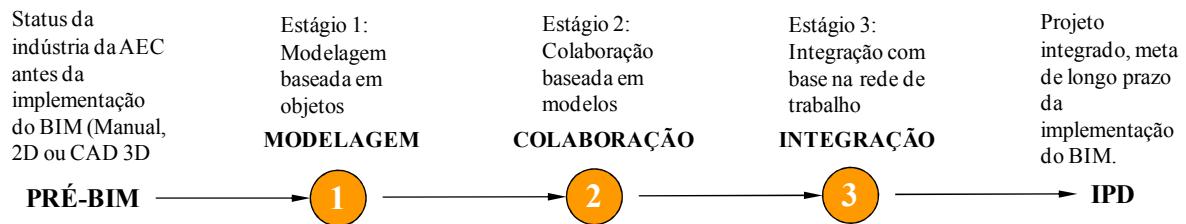


Figura 6 - Os três estágios de maturidade do BIM – vista linear.

Adaptado de: Succar (2008).

Segundo Florio (2007), apesar de serem significativas as representações dos desenhos CAD tradicionais, mesmo os modelos 3D contêm poucas informações úteis para quantificar e classificar os elementos para construção, pois os mesmos não contêm informações inerentes aos elementos construtivos tais como portas, janelas, escadas e lajes, pois não podem ser computados pelo programa gráfico. No caso da BIM, as informações são computáveis porque a modelagem é composta por:

- banco de dados digitais integrados do projeto do edifício que é gerado ao mesmo tempo em que o modelo é construído;
- geometria dos elementos que compõem o edifício, onde os atributos são armazenados, exibindo suas configurações em três dimensões e, desta forma, com maior quantidade de informação que os modelos CAD tradicionais;
- elementos paramétricos que são interconectados e integrados espacialmente, onde as alterações realizadas, automaticamente, repercutem em todo o projeto;
- um processo que tende a diminuir os conflitos entre os elementos construtivos, facilitar a compreensão da articulação entre esses elementos, facilitar as revisões além de aumentar a produtividade;
- um modelo digital tridimensional que gerencia o ciclo de vida do projeto e a construção do edifício, que inclui os processos de construção, instalações técnicas e canteiro de obras, deixando a comunicação das informações e intenções do projeto mais claras e precisas.

Justi (2008) aponta como principais vantagens com a utilização da BIM:

- aumento da velocidade na entrega dos projetos (economia de tempo);
- melhoria na coordenação dos projetos (minimização de erros nos desenhos);
- diminuição de custos (economia de dinheiro);
- aumento da produtividade devido a utilização de modelo digital único;
- melhoria da qualidade do trabalho;
- surgimento de novas oportunidades de receita e negócios;
- possibilidade de aumento do foco no *design*;
- redução do retrabalho.

Para Tse, Wong e Wong (2005), os principais desafios para a incorporação da BIM na prática dos projetos são:

- mudança na prática arquitetônica, com a utilização adequada ao potencial da ferramenta;
- dificuldade de adequação de objetos ao projeto;
- poucas possibilidades de customização dos objetos;
- complexidade da ferramenta consumindo tempo para modelagem;
- falta de treinamento e apoio técnico;
- custos extras para adquirir módulos complementares; e,
- indisponibilidade para avaliação do software de forma gratuita¹.

Dentre os benefícios que podem ser alcançados com a utilização do BIM, pode-se acrescentar a garantia de consistência de informação entre todos os desenhos e relatórios, automatizando a verificação de interferências espaciais, proporcionando uma base sólida para a interface de análise/simulação/aplicação de custos e melhoraria da visualização em todas as escalas e fases do projeto.

Andrade e Ruschel (2009) acrescentam que as vantagens da construção deste modelo único entre os envolvidos no processo consiste em uma melhoria da fase de projeto, com informações melhores e mais precisas para o atendimento das necessidades dos clientes, integradas entre si e com a construção da edificação, além disso, a redução do tempo e custo da construção.

Segundo Crespo e Ruschel (2009) para que essas mudanças ocorram será preciso uma maturidade organizacional e metodologias de trabalho, que envolvem principalmente uma postura do arquiteto frente a sua responsabilidade como profissional chave neste processo.

Souza, Amorim e Lyrio (2009) apresentam os resultados de uma pesquisa realizada em 39 escritórios de arquitetura das cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba para avaliação do impacto da BIM em escritórios de arquitetura. Dentre os resultados obtidos a Figura 7 apresenta as dificuldades encontradas pelas empresas questionadas, destaca-se a resistência à mudança e a falta de tempo para a implantação da ferramenta BIM.

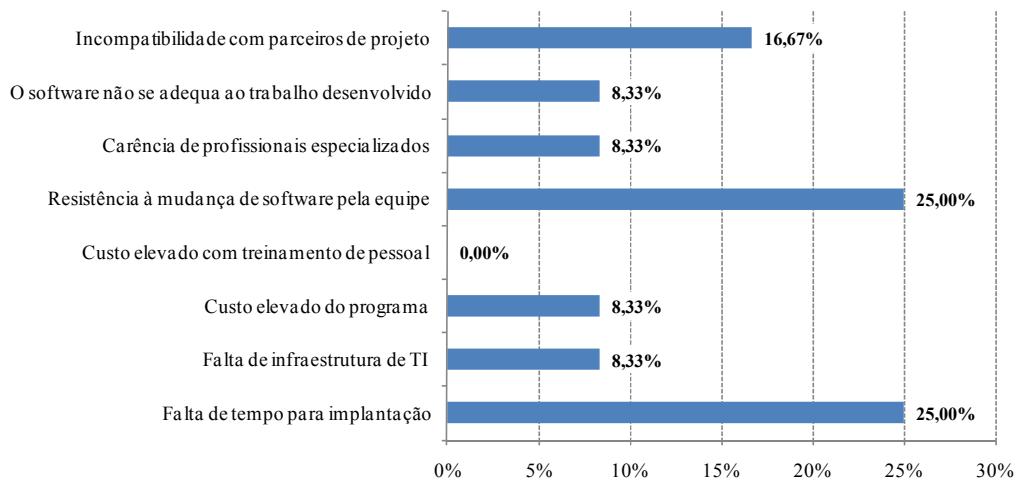


Figura 7 – Dificuldades para a implantação da tecnologia BIM.

Fonte: Souza, Amorim e Lyrio (2009).

¹ Com relação a indisponibilidade para a avaliação do software de forma gratuita, algumas empresas disponibilizam licença de 30 dias para fins de demonstração do produto.

4.3 Sistemas prediais e BIM

Na parte de projeto, os três principais softwares são o Revit da Autodesk, o ArchiCAD da Graphisoft (distribuído no Brasil pela PINI) e o Bentley Architecture, da Bentley. Com relação aos sistemas hidráulicos prediais, os mais populares são: o Bentley Mechanical, Autodesk Revit MEP, VectorWorks e Graphisoft ArchiCAD com seu módulo de MEP (TITLOW, 2009).

Segundo Titlow (2009), é normal um projetista ficar frustrado na primeira vez que utilizar a BIM, pois é difícil se obter a velocidade de elaboração do sistema 2D. Porém observa-se que os ganhos serão obtidos com o uso e que os projetos terão melhor qualidade. Por exemplo, o projetista terá o posicionamento de todos os elementos estruturais e será notificado quando da existência de interferências.

É possível gerar, a partir do modelo paramétrico de informações, relatórios para pleitear a certificação LEED. Por exemplo, se desejarmos fomentar o uso racional da água pela adoção de equipamentos economizadores, ao defini-los no projeto, podemos definir suas características por meios de parâmetros associados a esses equipamentos, por exemplo, a vazão de operação do equipamento, que pode ser restringida a determinados valores. Já no caso de fonte alternativa de suprimento de água, temos que incluir no modelo distintas redes de suprimento de água e, garantir que não haja cruzamento dessas tubulações com a rede de água potável. A utilização da BIM auxilia nesse processo, pois, sinaliza as interferências, permite que se defina cada tipo de tubulação e ainda que sejam representadas de formas distintas.

Poucos são os trabalhos encontrados sobre aplicação da BIM tanto em projetos como para ensino. Os poucos trabalhos encontrados, a grande maioria para os projetos de arquitetura. Não sendo encontrado nenhum trabalho com aplicações para sistemas prediais. No entanto, percebe-se que os mesmos problemas encontrados podem ser replicados ao projeto dos sistemas prediais.

A BIM aparece como uma forma para a efetiva realização do projeto integrado onde os times de projeto estariam envolvidos em torno de um único modelo de informações. Assim, a compatibilização de projetos seria mais efetiva. Além disso, com a participação do profissional de diversas áreas permite que o edifício possua um desempenho global superior ao observado pela produção tradicional sequenciada, que em geral fica sob a coordenação de apenas um profissional, que não tem condições de avaliar o todo sob a ótica dos diversos subsistemas pelos quais o edifício é formado.

Além disso, lembrando que os escritórios de sistemas prediais em geral terceirizam os trabalhos, o alto custo para a aquisição dos softwares e, apesar estar cada vez mais acessível, o custo para a aquisição de microcomputadores com capacidade suficiente para utilizar os programas BIM adequadamente também podem ser fatores que retardem essa mudança de tecnologia.

Mas, acredita-se que a principal barreira seja o tempo para os profissionais absorverem a tecnologia, o que incluiria a criação de banco de dados para atendimento de toda a cadeia da construção, no caso dos sistemas prediais, banco de dados com informação dos equipamentos disponíveis no mercado além de levantamento de informações de desempenho durante a construção, operação e manutenção dos sistemas prediais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade da realização de projetos de forma integrada sob a luz a visão sistêmica ou holística para se obter um melhor desempenho da edificação como um todo não é um tema recente. Porém, observa-se que na prática, essa aplicação ainda é tímida.

O avanço da tecnologia da informação permitiu que a informação fosse disponibilizada de um modo mais amplo. Ao contrário do passado, em que poucos a detinham, atualmente, observamos que a maior dificuldade está em saber o que fazer com a informação ou quais são importantes. Percebe-se que diante da infinidade de possibilidades, os profissionais não estão conseguindo absorver a grande quantidade de informação e muito menos aplicá-las no desenvolvimento de seus projetos.

Somado a esse fato, o mercado exige orçamentos cada vez mais enxutos e cobra prazos mais exígues o que compromete um estudo preliminar adequado, pois, os projetos estão cada vez mais complexos,

necessitando cada vez mais de especialistas que nem sempre fazem parte desta etapa inicial, o que compromete o desempenho final da edificação como um todo.

Por exemplo, no que diz respeito ao sistema hidráulico predial, atualmente todas as edificações possuem previsão para a medição individualizada do consumo de água. Se a edificação for provida de fonte alternativa de água (água pluvial ou de reuso), há a necessidade do projeto e construção de outra rede para fornecimento dessa água “não potável”, que, além de não comprometer o desempenho do sistema de água fria, precisa de definições como: haverá individualização do consumo desta água ou será considerado que ela será distribuída por igual a todos? Além disso, há a necessidade de se prever um sistema de tratamento da água para a garantia de certo padrão de potabilidade da água.

Essas análises complexas, que incluem o ciclo de vida do empreendimento, simulações de desempenho só se tornaram possíveis com o barateamento e massificação da tecnologia da informação.

Lembrando que a Construção Civil é a mais tradicional das indústrias, a proposta da BIM aparece como uma possibilidade de facilitar essa prática integrada que há décadas vem sendo apontado por especialistas.

O sucesso da BIM ainda depende de um banco de dados que auxilie principalmente na etapa de construção, seja na estimativa de tempo para realização das atividades de construção (4D), durabilidade dos materiais, impactos durante o ciclo de vida, manutenções durante a vida útil e custos do empreendimento como um todo (5D). O que passará por uma padronização no processo de projeto pois estamos nos referindo a um modelo único de informações.

Em especial para o projetista de sistemas hidráulicos prediais, a atualização automática em todas as saídas do modelo (plantas, elevações, detalhamentos) quando da alteração do modelo de informação já representaria uma grande evolução, haja vista o tempo que é gasto em cada revisão de projeto. Por exemplo, quando a estrutura é alterada e, nesta nova situação, há a necessidade de se deslocar alguns tubos de queda, o fato gera um processo, que dependendo do caso, há a necessidade de refazer vários detalhamentos, além de atualização em todas as demais plantas que tenham essas tubulações além da verificação de desvios, etc.

Com a utilização da BIM, o sistema estrutural seria alterado no modelo e a própria ferramenta gráfica apontaria as interferências com os sistemas prediais, ficando o projetista responsável por proceder a adequação dos elementos no modelo de informação e, assim, automaticamente, todas as saídas do modelo, seja ele 3D ou 2D ou relatórios seriam atualizados instantaneamente, diminuindo o tempo para a revisão dos projetos, ou seja, de atividades que não agregam valor ao produto final, pois consiste basicamente de retrabalho.

Este trabalho apresenta resultados parciais de uma tese de doutoramento que está em desenvolvimento na faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Simar V. de; GONÇALVES, Orestes M. Estruturação de sistemas de informação para projetos dos sistemas hidráulicos prediais. São Paulo: EPUSP, 1997. 20p. **Boletim Técnico**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/182.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO; WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9., São Carlos, 2009. **Anais...** São Carlos: SBQP 2009.

BARROS, M. M. B.; SABBATINI, F. H. Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo: EPUSP, 1996. 24p. **Boletim Técnico**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/172.

BENTLEY. Bentley Systems, Incorporated: Providing software for the lifecycle of the world's infrastructure. Disponível em: <<http://www.bentley.com/pt-BR>>. Acesso em 13 maio 2010.

CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHEL, Regina Coeli. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., Porto Alegre, 2007. **Anais...** Porto Alegre: TIC, 2007: Integração de Sistemas em Arquitetura e Construção. 9p.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** New Jersey:John Wiley & Sons, 2008.

FARINA, Humberto. **Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de sistemas prediais.** 2002. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

FIGUEIREDO, Francisco Gitahy de. **Processo de Projeto Integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso.** 2010. 258p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas. Campinas, 2009.

FLORIO, Wilson. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura. *In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL*, 3., Porto Alegre, 2007. **Anais...** Porto Alegre: TIC, 2007: Integração de Sistemas em Arquitetura e Construção. 10p.

GRAÇA, Moacyr E. A.; FREIRE, Cynthia C. A.; FARINA, Humberto. A produção de projetos de sistemas prediais: fase conceitual e fase preliminar. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO*, 18., Niterói, 1998.

Anais... Niterói: ENEGEP 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART400.pdf>. Acesso em 13 maio 2010.

ILHA, Marina S. O. Avaliação da sustentabilidade ambiental de sistemas prediais hidráulicos e sanitários. **Hydro.** 2007. Janeiro/Fevereiro 2007. 58-61p.

ILHA, M. S. O.; GONÇALVES O. M. Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais. São Paulo: EPUSP, 1993. 50p. **Texto Técnico.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Construção Civil, TT/PCC/07.

JUSTI, Alexander Rodrigues. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: relato de uma experiência. **Gestão & Tecnologia de Projetos.** 2008, Vol. 3, nº 1. p. 140-152.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994. 294p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

PARDINI, Andrea Fonseca. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil.** 2009. 209p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas. Campinas, 2009.

SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros:** diretrizes e base metodológica. 2003. 210p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, V. G. da. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. Revista Qualidade na Construção, n. 25, p. 14-22, agosto 2000. **apud** SILVA, V. G. da. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. 2003. 210p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, Livia L. A.; AMORIM, Sérgio R. L.; LYRIO, Arnaldo M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos.** 2009, Vol. 4, nº 2. p. 26-53.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction.** 2009, 18: 357–375.

TAVARES JÚNIOR, Wandemberg; POSSAMAI, Osmar; BARROS NETO, José de Paula. Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA. 9p. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A026.pdf>. Acesso em: 10 abr 2010.

TITLOW, Marvin. The Benefits of BIM in Plumbing Design. **PM Engineer.** 2009. Disponível em: <http://www.pmengineer.com/Articles/Cover_Story/BNP_GUID_9-5-2006_A_1000000000000527100>. Acesso em: 19 jul. 2010.

TSE, Tao-chiu K.; WONG, Kam-din A.; WONG Kwan-wah F. The utilisation of building information models in nD modelling: *A study of data interfacing and adoption barriers.* 2005. **ITcon** Vol. 10, Special Issue From 3D to nD modelling, 85-110p. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2005/08/>>. Acesso em 10 maio 2010.

USUDA, Fábio. **A integração do projeto estrutural e projetos associados.** 2003. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Campinas. Campinas, 2003.

YWASHIMA, L. A. et al. A conservação de água na avaliação da sustentabilidade das edificações residenciais de interesse social no Brasil. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS*, 10., São Carlos, 2007. **Anais...** São Carlos: X SISPRED: Desenvolvimento e inovação, 2007.

YWASHIMA, L. A.; ILHA, M. S. O. Os sistemas prediais hidráulicos sanitários nos métodos de avaliação ambiental de edificações. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS*, 11., Curitiba, 2009. **Anais...** Curitiba: XI SISPRED: O desafio dos paradigmas emergentes, 2009.