

Tecnologias computacionais de auxilio ao projeto de edificações: potencialidades versus dificuldades de implantação

Resumo. Este artigo discute algumas questões relacionadas aos Modelos de Informação da Edificação ou *BIM (Building Information Models)* como alternativa de aumento da eficiência projetual visando a produção de edificações com melhores índices de desempenho. Neste particular, diversas ferramentas estão disponíveis no mercado, porém apesar das potenciais vantagens quanto à sua utilização, elas ainda não são amplamente empregadas pelos profissionais brasileiros. Aqui, são apontadas e analisadas as tecnologias disponíveis, estabelecendo-se um contraponto entre as vantagens apresentadas e as dificuldades na sua implantação. Assim, pretende-se contribuir para o aprofundamento da discussão, para que a adoção de métodos e ferramentas possa acontecer num ritmo mais acelerado e com benefícios efetivos para todo o segmento da construção civil - do produtor de matérias primas ao usuário final.

Palavras-chaves: BIM, AEC, projeto arquitetônico.

I. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tornou-se um mercado competitivo que vem buscando a certificação da qualidade aliada a melhores índices de desempenho. Tal fato impõe aos profissionais que atuam na projeção de edificações a necessidade de respostas cada vez mais eficientes e eficazes para os problemas que lhes são apresentados. Isto contempla a integração disciplinar na busca por soluções sustentáveis com ganhos de produtividade e qualidade, incluindo a satisfação do cliente. Para tanto, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias de trabalho que incorporem as tecnologias que permitam o aumento da produtividade, a melhoria do gerenciamento do processo construtivo, da comunicação entre os vários agentes envolvidos, além da qualidade intrínseca do projeto.

Tais exigências trazem como conseqüências o aumento na formalização dos procedimentos adotados e a padronização dos processos e produtos; a necessidade de reorganização do ambiente de trabalho e não apenas da automatização do

processo de representação; a compreensão dos novos conceitos e tecnologias incorporados; a adoção de uma ou mais ferramentas de projeto, que disponibilizam técnicas próprias para criação de modelos; dentre outras.

Os Modelos de Informação da Edificação representam o estado da arte em termos de ferramentas orientadas ao projeto de edificações. Apesar dos primeiros estudos datarem da década de 70, nos últimos anos a oferta de aplicativos aumentou significativamente, em paralelo cresce a sua adoção por profissionais do segmento de AEC.

Mesmo diante das potencialidades destas ferramentas elas ainda estão pouco difundidas no Brasil, talvez pela falta de divulgação de estudos técnico-científicos que possam apontar caminhos mais seguros quanto à adoção das mesmas, seja pela carência de produtos direcionados ao mercado brasileiro que incorporem os padrões, terminologias e metodologias de trabalho aqui utilizadas, seja ainda pela desorganização do setor de AEC e dos altos custos envolvidos.

Este trabalho apóia-se na literatura e na experiência empírica, apresentando um contraponto entre as vantagens potenciais das ferramentas e as dificuldades da sua efetiva implantação no Brasil.

II. EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS APLICADAS AO PROJETO E A CONSTRUÇÃO: DO CAD AO BIM

É na década de 50 que se iniciam as investigações que levarão ao surgimento da Computação Gráfica. Em 1963, Ivan Sutherland desenvolve o *Sketchpad*¹, o primeiro sistema computacional gráfico interativo de auxílio ao projeto.

A década de 70 testemunha a difusão da computação gráfica na indústria cinematográfica e de entretenimento. Nela são desenvolvidos o primeiro modelador de sólidos e o primeiro Modelo de Informação da Edificação.

¹Considerado o precursor dos sistemas CAD, Sutherland desenvolveu como trabalho de doutoramento no MIT tanto o *software* quanto o *hardware* necessários ao sistema.

Eastman [1] faz uma análise de algumas das primeiras iniciativas, realizadas entre meados da década de 70 e início da de 80, do desenvolvimento de programas orientados a objetos e que permitissem a criação, edição e armazenamento de informações gráficas e não gráficas sobre a edificação. Afirma ainda que nenhuma destas tentativas desenvolveu um sistema que respondesse às proposições iniciais, principalmente pela limitada capacidade dos computadores da época. Entretanto, foram importantes no sentido de direcionar novas pesquisas e levantar algumas questões que deveriam ser resolvidas. Dentre elas:

- Os sistemas deveriam lidar com um problema muitas vezes subjetivo e pouco definido;
- A racionalidade projetual do arquiteto raramente é explicitada;
- A projeção é um processo evolutivo, e as ferramentas deveriam permitir freqüentes alterações e apresentar uma ampla variedade de objetos e ferramentas customizáveis;
- Os procedimentos adotados deveriam ser flexíveis, vez que os profissionais trabalham de formas diversas;
- As ferramentas deveriam ser sensíveis a problemas específicos da cidade onde o edifício seria implantado.
- A metodologia projetual deveria ser alterada, pois objetivaria a criação de um modelo virtual da edificação e não apenas a sua representação gráfica.

Durante as décadas de 80 e 90, os programas integrados e modelos de informações de edifício continuaram sendo pesquisados, mas sem tradução em sistemas comerciais. Em contra partida, surgiu uma variedade de sistemas computacionais de apoio ao projeto, dedicados a tarefas específicas: editores geométricos bi e tridimensionais, programas de *rendering*, de dimensionamento, de animação, de orçamentação, de gerenciamento de documentos, etc.

Este período é marcado pela popularização dos computadores pessoais e a comercialização de máquinas com crescente desempenho computacional, baixo custo e fácil manutenção. As tecnologias de comunicação alcançam um significativo patamar de desenvolvimento². A esse tempo surge um novo paradigma na projeção, com a possibilidade de desenvolvimento de trabalhos colaborativos, em equipes multidisciplinares distantes entre si, apoiadas pelas tecnologias de comunicação. As interfaces gráficas se estabelecem como solução e inicia-se a representação baseada em modelos geométricos de sólidos³.

São desenvolvidos programas dedicados às diferentes áreas da AEC, com capacidade de realizar simulações em modelos tridimensionais, auxiliando na análise de situações específicas, incorporando informações não gráficas (como propriedades físicas, custos, etc.) aos objetos modelados. Embora existissem ferramentas eficientes e eficazes em áreas específicas, cada vez mais se tornava necessário o desenvolvimento de novos mecanismos e padrões que dessem

suporte ao trabalho colaborativo e que permitissem o compartilhamento de arquivos e informações entre os diferentes profissionais.

O período compreendido pelo início do século XXI até os dias atuais pode ser caracterizado pela inovação e desenvolvimento de uma ampla gama de recursos direcionados aos segmentos da AEC, pela ampliação da capacidade de processamento das máquinas, pela discussão de novos conceitos, e a necessidade de reestruturação das metodologias projetuais. Dentre as inovações destacam-se: a Engenharia Simultânea⁴, os Escritórios Virtuais de Projeto⁵, o Gerenciamento Eletrônico de Documentos e a popularização das Tecnologias de Informação e Comunicação.

É neste contexto de contínua alteração nos processos de trabalho e surgimento de novas tecnologias que volta a ganhar destaque o conceito de BIM⁶. Com pequenas variações entre os autores, pode-se conceituar BIM como [4] uma base de dados digital, integrada e autoconsistente, capaz de representar uma dada edificação e possibilitar simulações e operações sobre o conjunto de objetos parametrizados orientados a AEC, que a constitui. Ele deve ser capaz de descrever e operar numericamente tanto sobre elementos concretos (portas, janelas,...) como abstratos (prazos, custos, cronogramas,...). Este modelo de informações deve dar suporte aos diferentes especialistas que interagem entre si e interferem na edificação durante o seu ciclo de vida.

Este conceito complexo encerra pelo menos três dimensões do BIM, que devem ser discutidas de per si, com objetividade e sem ambigüidades, ou seja: como **conceito**, como **modelo** propriamente dito, e como **ferramenta**⁷.

Segundo Tobin [5], vive-se um momento em que os arquitetos convivem com uma ampla gama de conceitos e tecnologias, existindo grandes divergências quanto à constituição do modelo, seus objetivos e padrões a serem adotados. Sendo a interoperabilidade⁸ a grande questão a ser enfrentada no momento.

É importante constatar que cada ferramenta trabalha com conceitos subjacentes às metodologias projetuais e de representação e a adoção destas tecnologias exige dos profissionais a capacidade de realizar um salto conceitual, assumindo novas formas de conceber e de representar. No processo de assimilação das tecnologias, o arquiteto desloca o foco de seu objetivo, tradicionalmente o de representar a sua criação, feita cada vez mais com maior grau de automação e

⁴[2] "... conceber de forma sistemática, integrada e simultânea os produtos e os processos a eles ligados. É um método que permite aos desenvolvedores de produtos considerar todos os elementos do ciclo de vida do projeto, da concepção à disposição aos usuários, e compreende a qualidade, os custos, a programação e a satisfação das necessidades e requerimentos dos usuários".

⁵[3] "...ambientes interativos de encontro e troca de informações, síncronas e assíncronas, nos quais trabalhos colaborativos podem ser realizados à distância através de computadores interligados em rede".

⁶Por volta do ano 2000, vários termos foram cunhados para referir-se a este **conceito**, dentre eles *Integrated Building Model*, *Virtual Building* (VB), *Single Building Model* (SBM).

⁷Estas três dimensões não serão aqui discutidas face à extensão deste trabalho e serão retomadas em outro artigo.

⁸Vista agora não apenas sob a ótica do intercâmbio de dados e aplicações entre as diferentes plataformas, mas, sobretudo envolvendo questões relativas ao modo como os profissionais estão construindo seus modelos e com quais finalidades.

²Entre 75 e 80 é implementado pela primeira vez o sistema TCP (*Transmission Control Protocol*), e o IP (*Internet Protocol*). No final da década de 90 a *Internet* conta com mais de sessenta mil computadores.

³Na década de 90 é desenvolvido o padrão gráfico de programação e *rendering* Open GL, para representar objetos geométricos 2D e 3D, permitindo o sombreado de modelos tridimensionais, mapeamento de texturas, *anti-aliasing*, iluminação e animação.

concentra-se na de criação e validação de alternativas para o problema projetual.

III. BIM: CONCEITO E DIFICULDADES PARA SUA EFETIVA IMPLEMENTAÇÃO

Muitas das dificuldades existentes para a implementação efetiva do BIM já foram identificadas nas primeiras pesquisas que surgiram e outras foram sendo apontadas no decorrer do processo. De forma resumida, elas podem ser classificadas quanto a (i) dificuldades de dar suporte ao processo durante todo o ciclo de vida da edificação⁹ e (ii) dificuldades de atender as especificidades dos diversos atores participantes.

Apesar de várias *softhouses* lançarem programas ou plataformas chamadas BIM, nenhuma delas ainda consegue atender todas as questões ensejadas no conceito. Estas empresas também divergem quanto à adoção de um sistema único ou do trabalho integrado de diversos programas, ou seja, uma solução de plataforma de *software* de arquitetura aberta ou fechada.

Objetivando estimular as discussões são elencadas algumas questões referentes a cada um dos dois eixos, apontados:

(i) Eixo I

- As informações inseridas e coletadas e a relação que cada profissional tem com o modelo de informação variam se consideramos todo o ciclo de vida da edificação. Exemplifica-se com o trabalho do arquiteto: nas etapas iniciais de projeto ele busca uma ferramenta que estimule e amplie sua capacidade criativa, que permita a rápida interação mente/ferramenta de projeto. No desenvolvimento do projeto ele precisa de ferramentas que dêem suporte as decisões, facilitem a integração e sejam precisas e confiáveis. Em uma etapa de reforma ou ampliação, ele precisa que a ferramenta disponibilize informações precisas sobre como foi executada a obra e a vida útil dos elementos existentes.

- Enquanto algumas etapas do processo já têm procedimentos e normas definidas e consolidadas, outras, principalmente aquelas relacionadas com o processo criativo, ainda envolvem subjetividade e pouca definição. Também deve ser considerado que mesmo as técnicas e os materiais utilizados na construção estão em constante transformação, o que dificulta a implementação de algoritmos capazes de atender ao domínio de soluções.

- O edifício freqüentemente sofre alterações durante o seu ciclo de vida e ele será considerado tão melhor quanto maior for a sua capacidade de adaptar-se a novas demandas: as alterações pressupõem reformas e ampliações que muitas vezes não eram nem cogitadas no início da sua elaboração.

(ii) Eixo II

- O objeto arquitetônico, além de ser singular, tem grande variabilidade de tamanho e de complexidade e pode requerer o trabalho conjunto de diferentes especialistas no seu desenvolvimento. As equipes de projeto normalmente se formam e se desfazem a cada trabalho, o que dificulta o estabelecimento e a consolidação de processos padronizados.

- Os diferentes profissionais vão trabalhar com diferentes

elementos e representações do modelo. Se para efeito estrutural a quantidade, a área ou a forma das aberturas não é um aspecto muito relevante, para efeito da análise da eficiência energética esta informação é fundamental. Se o número de dobradiças de uma porta não influencia na essência do projeto, este dado é fundamental para os quantitativos, o orçamento e a construção da edificação.

- Cada participante busca no modelo informações que devem estar coordenadas. Entretanto, ainda não existe uma clara definição dos responsáveis pela alimentação do banco de dados e a forma como determinados elementos devem ser modelados. Não apenas a geometria, mas considerando todas as características relevantes.

- A validade das simulações e, conseqüentemente, do modelo estão relacionadas não apenas com semelhanças morfológicas, mas também com a possibilidade de relacionar e codificar semanticamente o objeto modelado.

- A utilização de um modelo único sendo desenvolvido de forma simultânea por diferentes profissionais pressupõe a definição de padrões e formalizações para a troca de informações. Esta necessidade contrapõe-se com o alto índice de informalidade da maioria das empresas do setor.

- A inexistência de normas, padrões e terminologia comuns entre as diferentes especialidades, demanda que antes de iniciar-se um projeto, sejam discutidas e definidas metodologias e padrões a serem adotados para o modelo de informações.

Apesar das dificuldades citadas, podem ser observados nos programas comerciais grandes avanços, que mostram que as *softhouses* estão perseguindo os objetivos propostos.

As soluções BIM das maiores empresas já apresentam integração entre arquitetura, estrutura e as várias instalações. Ademais, existe uma gama de produtos que interagem com estas soluções mais robustas e que complementam alguma área ou fase do projeto no qual a solução ainda é deficiente.

Ferramentas empregadas no planejamento e na fase conceitual do projeto; recursos que garimpam na *web* produtos e dados para o projeto, permitindo cálculo de custos e simulações; ou que auxiliam a especificação do projeto, ou ainda que promovem a análise da eficiência energética da edificação, dentre outros.

IV. PROJETO DE ARQUITETURA: CARACTERÍSTICAS E INTERFACE COM OUTRAS DISCIPLINAS

Nos primórdios do emprego das tecnologias computacionais os profissionais escolhiam as ferramentas que lhes fossem mais interessantes e desenvolviam o seu trabalho de forma independente dos demais membros da equipe. Os arquivos eram intercambiados entre os membros da equipe de projeto e os dados retrabalhados para adequar-se a métodos e padrões específicos. Atualmente, busca-se maximizar a integração, evitando-se o retrabalho e facilitando a intervenção dos profissionais das diferentes especialidades no decorrer do processo. Para isto, ainda que cada membro da equipe adote uma plataforma diferente, são criados mecanismos que

⁹Adotou-se a visão de Eastman [1] que identifica cinco fases no ciclo de vida da edificação: estudo de viabilidade; projeto; planejamento da construção; construção; operação e manutenção, e demolição.

coordenem a troca de informações e que promovam a manutenção da integridade do modelo¹⁰.

Tradicionalmente, o arquiteto é o profissional que normalmente coordena a equipe de projeto da edificação, sendo responsável pelas definições geométricas e por grande parte das tomadas de decisões, mesmo que, relativas a outras especialidades. Com o aparecimento de fluxos paralelos e simultâneos e a adoção de ferramentas *BIM*, impõe-se a necessidade de um profissional que será responsável pela sincronização, integração e coordenação do modelo (base de dados do projeto). Com diferentes agentes atuando sobre a **base de dados única**, uma alteração realizada reflete nas diferentes especialidades. Mudar a especificação do acabamento de uma parede poderá afetar a eficiência energética da edificação, o orçamento final da obra, o cronograma de execução, etc.

A adoção de uma plataforma *BIM* exige que o arquiteto tenha domínio sobre as diferentes disciplinas envolvidas. Só a definição da geometria da edificação não é mais suficiente. Torna-se necessária a criação de um modelo com maior grau de isomorfismo, unívoco e relacional [6]. Resumindo, o modelo deverá representar e relacionar o mais fielmente possível todos os componentes da edificação, inclusive indicando os passos e as técnicas que serão empregados para a construção.

Pressupõe-se uma ruptura da metodologia projetual. Se antes o arquiteto utilizava as ferramentas computacionais objetivando representar o objeto concebido, agora ele deverá utilizar os recursos disponíveis como suporte à concepção, à análise e à validação da solução proposta, ao detalhamento e ao planejamento do processo construtivo. Estão disponíveis novos recursos de conceber e representar, inclusive diferentes instâncias de visualização do modelo para atender a objetivos específicos.

Eastman [7] relaciona outras quebras de paradigmas que a adoção da plataforma *BIM* proporciona. Dentre elas, a colaboração entre o projetista e o construtor nas fases iniciais do projeto, viabilizando a realização de análises e simulações, visando possibilidades de execução e otimização da edificação, ainda durante a fase de desenvolvimento do projeto.

No Brasil a dificuldade para adoção da tecnologia é ainda maior devido à inadequação das ferramentas às práticas locais; a falta de bancos de dados com produtos normalizados; e a variedade de terminologias regionais.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de um modelo único de informação pode trazer inúmeras vantagens para o trabalho dos profissionais do setor de AEC, aumentando a qualidade da edificação e reduzindo os custos durante todo o seu ciclo de vida. Entretanto, para usufruir destas potenciais vantagens os profissionais do setor deverão realizar vários investimentos, dentre eles:

- Revisão e reestruturação do processo de trabalho adequando e formalizando processos para absorver a nova tecnologia;
- Formação e atualização de recursos humanos;
- Definir padrões, processos, normas e componentes comuns às várias disciplinas, juntamente com fornecedores, entidades de pesquisa, normalizadoras e de classe.
- Construir modelos virtuais das edificações que cada vez mais a representem com os seus componentes construtivos, para efeito em todo o seu ciclo de vida.
- Atualizar o ensino de arquitetura e engenharia, de forma que se discutam as novas tecnologias, em busca de métodos e formas eficientes para a sua implantação;
- Adequar as ferramentas existentes às normas e padrões utilizadas no país e vice-versa;
- Criar bancos de dados com componentes normalizados utilizados na indústria da construção local.

Percebe-se que as discussões e a utilização do *BIM* no Brasil ainda estão incipientes. Faz-se necessário aprofundamento de estudos e a divulgação de análises criteriosas das ferramentas existentes, de forma que a escolha do sistema a ser implantado possa ser realizada de forma eficiente e eficaz, maximizando-se os ganhos e minimizando-se os riscos.

REFERÊNCIAS

- [1] C. M. Eastman, "Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction". Florida: CRC Press, 1999. 411p.
- [2] M. M. Fabrício; S. B. Melhado. "Desafios para a integração do processo de projeto na construção de edifícios". In: *Workshop nacional gestão do processo de projeto na construção de edifícios*, 2001, São Carlos.
- [3] E. M. Santos. "Ateliê virtual de projeto: a tecnologia da informação no ensino de projeto de arquitetura". In: *SIGRADI – BIOBIO Congresso Iberoamericano de gráfica digital*, 2001, Concepcion, Chile. 2001, p. 405-407. 1 CD.
- [4] E. S. Checucci. "Uma reflexão sobre o modelo de informações da edificação: BIM – Building Information Model". In: *Nutau 2004 - Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e Cidade*, 2004, São Paulo.
- [5] J. Tobin. "Proto-Building: To BIM is to Build". (2008, maio). AECbytes. [Online]. Disponível em: www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding_pr.html. Acesso em: 14 jun. 2008.
- [6] A. L. M. Cordeiro. "O projeto de edifícios em ambientes informatizados: Uma abordagem macroeconômica". (Tese: doutor em Engenharia de Produção). UFPB, João Pessoa, 2007.
- [7] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks e K. Liston. "Managing BIM Technology in the Building Industry". (2008, fevereiro). AECbytes. [Online]. Disponível em: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2008/issue_35.html. Acesso em: 14 jun. 2008.

¹⁰Entendido como uma base de dados capaz de representar a edificação para os fins que se fizerem necessários, seja ela um conjunto de pranchas ou arquivos contendo um modelo numérico tridimensional e seus atributos.