



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ROBERTA ORTEGA GOMES

O USO DOS SISTEMAS BIM NA COMUNICAÇÃO ENTRE O CLIENTE E O
ARQUITETO

BRASÍLIA

2018



ROBERTA ORTEGA GOMES

**O USO DOS SISTEMAS BIM NA COMUNICAÇÃO ENTRE O CLIENTE E O
ARQUITETO**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e
Pesquisa.

Orientação: Prof. Dr. Leonardo Pinto de Oliveira

BRASÍLIA

2018

O USO DOS SISTEMAS BIM NA COMUNICAÇÃO ENTRE O CLIENTE E O ARQUITETO

Roberta Ortega de Baére Z. Gomes – UniCeub, PIC Institucional, aluno voluntário;
robertabaere@sempreceub.com

Prof. Dr. Leonardo Pinto de Oliveira – UniCeub, professor orientador;
leonardo.oliveira@ceub.edu.br

Maria Fernanda de Siqueira Del’Isola – Colaboradora UniCEUB Mestranda.
mfdelisola@gmail.com

Observando problemas recorrentes durante as fases do processo de projeção e posteriormente a execução de obra, no que tange às distorções de percepção entre o objeto projetado e objeto construído, acreditamos que a questão está fundamentada na ausência ou deficiência de meios e ferramentas de entendimento amigáveis aos agentes desses processos. Este trabalho apresenta um recorte histórico de como vem sendo realizado o processo de comunicação entre arquiteto e cliente, por vezes usuário do objeto construído ou não. Além disso, o estudo preocupa-se quais são as ferramentas e técnicas utilizadas nas representações do projeto arquitetônico residencial unifamiliar, gerando um melhor recorte de pesquisa e, sobretudo, acomodando o objeto estudado onde se observa mais o problema de percepção do projeto proposto. O estudo de ferramentas e técnicas utilizadas perseguiu experiências baseadas na inteligência visual de identificar falhas, dificuldades, métodos exitosos, boas performances, potencialidades, processos integrados de projetos BIM, além de outras formas de se contribuir para melhoria da percepção do projeto arquitetônico residencial.

Palavras-Chave: Projeto Arquitetônico, BIM, Representação de Projeto.

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Introdução | 01 |
| 2. | Objetivos | 02 |
| 3. | Revisão Teórica | 02 |
| 4. | Procedimentos Metodológicos | 09 |
| 5. | Resultados | 09 |
| | 5.1 Evolução do uso do computador no processo de projeção arquitetônico | 08 |
| | 5.2 Conceitos e teorias do sistema BIM | 11 |
| 6. | Considerações Finais | 17 |

1.INTRODUÇÃO

O desenho técnico como base gráfica é a projeção de um método de representação aceito e compreendido no mundo inteiro. Como consequência direta, desenvolve a imaginação construtiva, a capacidade de perceber e pensar em três dimensões. O desenho é uma linguagem, portanto, para ser compreendida deve seguir regras próprias para tal. Esses códigos permitem uma representação precisa para a leitura clara e inequívoca para a produção exata da sua representação. As representações técnicas propõem solucionar, explicar e definir por meio da representação gráfica-espacial as formas e os espaços projetados do mundo que real em que o arquiteto concebeu.

A base do desenho técnico é o método de representação por projeções que têm origem na geometria descritiva, criada por Gaspar Monge, no século XVIII. Essas projeções são representações vetoriais que delimitam as linhas de borda dos objetos de maneira precisa e inequívoca. Essas projeções adicionadas de anotações de dimensão, posição e detalhes serão os documentos base para a concretização do projeto.

Os diversos processos de produção de projetos arquitetônicos, no país como um todo, representam uma dinâmica de várias situações. Especificamente as residências unifamiliares, por se tratarem de projetos extremamente pessoais e individuais, as formas de compreensão e entendimento do projeto de arquitetura pelo leigo, são diferentes.

As pessoas possuem diferentes níveis de compreensão espacial, se fazendo muito importante a coerência e o entendimento da linguagem arquitetônica, para se obter êxito durante o processo de projeção e execução. Essa compreensão do projeto de arquitetura pelo leigo deve ser exitosa e paralela à comunicação durante o processo de projeção e execução entre ambas as partes, arquiteto e usuário leigo em arquitetura. Montenegro, 2005, nos adverte sobre os efeitos em pessoas colocadas à frente de um projeto geométrico descritivo. Dependendo de como esta representação foi executada, sentem um grande desafio diante do conhecimento provocado e inusitado, algo estranho, ou ainda sentem que não entendem nada, enraizando a partir disto duas sensações: insegurança e medo. Podem sentir até pavor diante desta falta de habilidade aparentemente difícil, imaginando o que pode advir dessas representações.

Para os clientes, a lacuna da não compreensão acurada da imaginação e da função espacial possibilita os equívocos de troca de informações durante o processo de projeto e a sua execução. A função espacial é um processo mental que ocorre quando o cérebro tenta

interpretar determinados tipos de informação e a imaginação espacial está pautada na habilidade espacial permite mentalmente manipular, girar, torcer, ou inverter uma figura representada. Se a figura representa uma residência, a pessoa pode imaginá-la de frente, de lado, seccionado ou vista em perspectiva. Sem a habilidade de compreender e de interpretar a informação visual, uma interpretação do desenho técnico, que procura identificar relações de posição, direção, tamanho, forma e distância entre objetos pode ser totalmente frustrada.

As representações técnicas e de expressão dos projetos arquitetônicos são historicamente situados neste trabalho, desde a Idade Média até os dias atuais apontando a importância do papel do arquiteto em todo esse processo como agente principal da comunicação com todos os participantes.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os motivos pela falta de compreensão dos usuários em relação à sua percepção do projeto de arquitetura.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar as técnicas e tecnologias de expressão utilizadas para representação do projeto arquitetônico.
- Incentivar os profissionais de áreas relacionadas à arquitetura o uso do Sistema BIM para a comunicação entre as pessoas envolvidas no projeto e na execução do mesmo possa ser feita de forma mais rápida e todos utilizando um mesmo modelo virtual tridimensional.

3.REVISÃO TEÓRICA

Apresentamos nessa seção um estudo dos referenciais teóricos e históricos necessários à investigação do tema que este artigo se propõe: apresentar o sistema BIM como alternativa de melhoria na comunicação entre arquitetos e seus clientes, sobretudo, em relação aos projetos residenciais unifamiliares.

O desenho arquitetônico é um tipo de desenho de prática universal, é relativamente recente e historicamente situado. Mesmo sendo um desenho universal, pode ser caracterizado pelas vaidades individuais de cada profissional da área de arquitetura. Robbins faz um esclarecimento sobre o desenho arquitetônico em seu livro, na citação abaixo:

“É o resultado de escolhas dos arquitetos num determinado momento de sua história, embasadas em uma série de implicações importantes para a criação e organização da prática arquitetônica” (ROBBINS, 1997, p.10).

No Egito, restos de fragmentos de desenhos fornecem algumas informações sobre o seu uso na arquitetura. Robbins cita algumas informações descobertas, sobre isso, no trecho abaixo:

“Havia terrenos planos com base em esquadrias de grades, de imagens pictóricas do edifício, e até mesmo esboços sobre flocos planos de calcário utilizados como guias para mestres de trabalho (arquitetos)” (ROBBINS, 1997, p.10).

O desenho foi uma das técnicas utilizadas pelos arquitetos na elaboração dos projetos para construção dos edifícios, dos quais também eram os responsáveis. A geometria era mais importante do que o desenho em si nas soluções dos problemas que surgiam. Segundo Vitruvius:

...”com o conhecimento do desenho o arquiteto está pronto para representar o resultado desejado... mas os problemas difíceis dos projetos eram solucionados pelas regras e métodos geométricos” (ROBBINS, 1997, p.11).

No Século III d.C., encontramos no Novo Testamento:

“o arquiteto ainda se mantém como um mestre de obra, um perito para quem o desenho constitui apenas uma pequena parte da sua contribuição para o projeto. De fato, a referência do desenho aqui pode ser melhor traduzida como projeto e não deve significar desenho como usamos hoje” (ROBBINS, 1997, p.11).

O trecho acima apresenta um exemplo do uso do desenho na concepção e representação do projeto arquitetônico utilizado na Antiguidade Clássica. É necessário lembrar que naquela época, a função do mestre de obras reunia as funções equivalentes às do arquiteto, construtor, contratante e fiscal da obra.

No período Gótico, o desenho havia começado a desempenhar um papel mais dinâmico no processo de concepção do projeto, similar ao que acontece.

No Século XIV, a elevação de Sansedoni, descoberta por Franklin Toker, sugere uma alteração na forma que os arquitetos trabalhavam concomitantemente com a mudança dos usos do desenho (ROBBINS, 1997, p.13).

A elevação de Sansedoni é um dos poucos desenhos existentes que testemunham o começo de uma nova divisão de trabalho entre o projetista e o construtor. Era uma tentativa de uma nova prática arquitetônica. Apresentava características de uma espécie de um contrato entre o profissional e o cliente (ROBBINS, 1997, p.16).

No início do Século XV, um pintor chamado Alberti, sugeriu que o arquiteto precisava projetar, e que o construtor deveria executar o projeto do arquiteto, e que o instrumento de apoio ao construtor continuaria sendo o desenho (ROBBINS, 1997, p.17), porém, a resistência a esse novo papel do arquiteto permanecia.

Foi durante o período do Renascimento que o desenho na representação do espaço arquitetônico tomou sua devida importância. Os desenhos passaram a ser o principal elo entre arquitetos e construtores devido ao grande número de contratações de profissionais.

No final do Século XVI, a qualidade dos desenhos melhorou tanto que os arquitetos puderam transformar suas ideias em formas edificáveis (ROBBINS, 1997, p.19).

As técnicas de desenhos contemporâneos fornecem uma multiplicidade de representações bi e tridimensionais. A citação abaixo de Robbins nos esclarece a forma convencional de apresentação dos desenhos arquitetônicos:

“Os arquitetos têm a capacidade de, por um lado, conceituar e experimentar o novo, ou mesmo complementar com fantásticas possibilidades o seu papel utilizando apenas o próprio tempo. Por outro lado, desenhos fornecem uma base convencional com a qual possa se comunicar com outros arquitetos na produção social e de materialização de um projeto” (ROBBINS, 1997, p.20).

Os desenhos arquitetônicos do século XX são geralmente relacionados a técnicas de projeção e geometrias para representar um objeto tridimensional em duas dimensões. Os diferentes pontos de vista dos arquitetos oferecem uma série de abordagens para representar e analisar um projeto de arquitetura.

Para que o leigo compreenda do que trata este breve histórico da representação em arquitetura, a citação de Robbins, abaixo, dá uma noção do alcance das técnicas no repertório arquitetônico com a abordagem da representação bidimensional escolhida por cada arquiteto (a):

“Se os desenhos forem feitos de forma convencional, tornam-se base para a realização do trabalho dos operários para executarem a obra da edificação. Quando utilizados para pensar sobre a concepção, eles variam de forma significativa no seu grau de abstração e os tipos de questões arquitetônicas que devem ser resolvidos” (ROBBINS, 1997, p.20).

As particularidades de cada profissional podem ser evidenciadas no desenho arquitetônico que prevê inúmeras vantagens do ponto de partida para concepção, desenvolvimento, apresentação e realização destes.

“Alguns arquitetos se valem de várias formas de desenho e combinam diferentes projeções no mesmo desenho. A utilização destas técnicas pode ser feita em escalas diferentes, oferecendo diversificadas sombras, texturas e tonalidades pelo uso de cores e linhas, tendo a possibilidade de generalizar ou detalhar o seu trabalho. Com isso, o potencial da variação de abordagem do arquiteto para a concepção torna-se evidente” (ROBBINS, 1997, p.20).

Cada desenho revela o perfil do profissional da área de arquitetura, podendo assim desenvolver uma apresentação própria ao seu cliente. Robbins apresenta abaixo algumas representações de desenhos:

“Menos pessoais e mais convencionais, as representações de desenhos são chamadas de grupos de trabalho, contrato, produção, realização ou desenhos. Estes são produzidos no final do processo de concepção e são desenhados para representar de forma tão precisa quanto possível a maneira como o projeto poderia ser realizado na própria construção do edifício. Eles costumam incluir textos escritos que informam ao operário as dimensões estruturais e outros detalhes específicos e necessários para concluir a obra” (ROBBINS, 1997, p.27).

No período que abrange as décadas de 1950 e 1960 assistimos ao desenvolvimento dos primeiros sistemas computacionais interativos que na década seguinte tiveram sensível aprimoramento. O campo da computação gráfica era tão novo que a maioria das inovações

tecnológicas obteve resultados de qualidade de produção espetaculares. O primeiro sistema interativo, chamado Sketchpad, foi desenvolvido no início dos anos 60.

Segundo KERLOW (2000, p.7):

“O sistema interativo permitiu aos usuários interagirem com simples objetos em wireframe através de uma caneta iluminada, permitindo o uso de novas técnicas de interação e de novas estruturas de dados para lidar com a informação visual. Era um programa de desenhos ou modelos interativos com potencialidade para a manipulação e visualização bi e tridimensional de objetos em wireframe”.

A década de 70 foi significativa para o desenvolvimento da animação tridimensional e da tecnologia de imagem. Muitos dos sistemas básicos de renderização, ainda em uso hoje em dia, naquele período, quando a tecnologia do microcomputador foi introduzida ao mercado consumidor. Esse sistema também proporcionou mais poder a um custo reduzido.

A figura abaixo representa a animação em computação de uma mão feita através de um estudo da Universidade de Utah durante a década de 70:

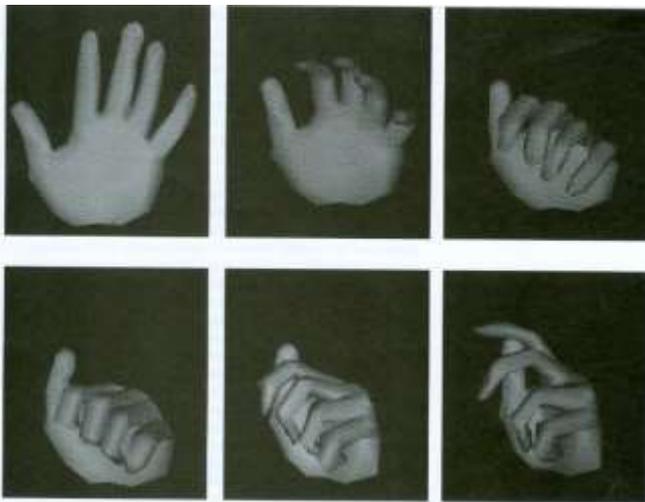


Figura 1 - Animação em computação da mão
Fonte: Ed. Catmull, citado por Isaac Kerlow, 2000, p.9.

A tecnologia da computação gráfica passou de um nível básico de curiosidade para tomar espaço cientificamente comprovado de potencial artístico e comercial. Nos anos 80 foi dado o salto definitivo para a produção de computadores com animações e imagens tridimensionais, com o interesse cada vez mais crescente de diversas companhias visionárias.

A maior parte dos programas de investigação durante esse período foi usada em refinamento de técnicas herdadas da década passada de modelagem e sombreamento. De acordo com Kerlow outras abordagens foram estudadas em seguida:

“O assunto foi quebrado com novas abordagens, tais como radiosidade e texturas, e com o desenvolvimento da primeira geração sólida de interfaces de usuário – amigo, computador – humano para computação de animação tridimensional e software de imagens” (Kerlow, 2000, p.10).

Várias instituições de utilizaram dos softwares tridimensionais, os quais eram comercialmente disponíveis durante a metade da década de 80, para o desenvolvimento de pesquisas.

A primeira metade da década de 90 testemunhou um grande movimento em direção consideravelmente maior à geração de potentes sistemas de computadores. O desenvolvimento de pesquisas era principalmente centrado em torno de questões de eficiência, custo e facilidade de uso.

Kerlow afirma a respeito desse tempo, que os usuários de softwares tridimensionais tornaram-se mais exigentes do que antes, desfrutando de novos níveis de criatividade e poder dos computadores.

Ainda na primeira metade da década de 90, Kerlow acrescenta que:

“Duas outras tendências desse período incluem o renascimento da indústria do jogo eletrônico, bem como o fato de, em termos globais, a indústria de computadores ter-se tornado mais acessível e menos técnica, tendo penetração em massa para o mercado consumidor” (Kerlow, 2000, p.11).

Ainda nesse período, o mundo do computador de animação e produção de efeitos visuais foi impactado pelas mudanças de avanços tecnológicos no hardware do computador e software das indústrias. As redes de computadores se tornaram vitais para a produção digital, devido à popularização de explorações e produções em vários locais (Kerlow, 2000, p.12).

No final da década de 90, tornou-se prática padrão, na maioria das empresas de produção digital, o uso de computadores com Intranet. Sistema que permitiu e permite até

hoje a rapidez nas informações internas de qualquer companhia, evitando o uso de papel e permitindo que sejam obtidos resultados imediatos dos temas envolvidos.

No ano 2000, a indústria e os fornecedores de softwares CAD, se concentraram na concepção dos programas ativados à WWW, baseado na tecnologia espacial do sistema ACIS, que foi o primeiro software CAD, capaz de realizar a comunicação do servidor com o cliente por meio da Internet se utilizando da modelagem tridimensional.

Em meados de 2000, a versão do programa arquitetônico AutoCAD 2000i, fabricado pela Autodesk, foi o seu primeiro programa de software CAD conectado ao WWW, e dispunha da habilidade da disposição de desenhos que podiam ser vistos com o navegador da Web. Isso permitiu o uso de algumas simples videoconferências online pela Microsoft.

A empresa multinacional Ford provou que a integração dos softwares CAD, com os softwares PDM - Product Data Management, Produto de Gerenciamento de Dados e com a Internet, pode dar aos engenheiros e arquitetos a habilidade de ver e colaborar com um único mestre digital, não apenas salvou tempo e gastos de viagens, mas praticamente eliminou os tradicionais desajustes, desencontros e problemas inerentes ao projeto de produção de produtos complexos por meio da globalidade, que dispersavam o trabalho manufaturado com igualmente disperso grupo de fornecedores. Isso aconteceu, ainda, com outras instituições:

“Usando o produto desenvolvido virtualmente com o mestre tridimensional digital para montagem de protótipos de componentes tridimensionais, a multinacional Boeing tinha conseguido reduzir o desenvolvimento do tempo de fabricação de seus produtos da indústria aeroespacial, e a Ford já havia feito o mesmo na indústria automotiva” (CADAZZ, 2004, p.1).

No final de 2001, o Global Shape Modeling – GSM, Modelagem Global da Forma, concebeu um novo software que tornou possível empurrar e puxar as superfícies NURBS. No início de 2003, a Tecnologia de Paramétricos – PTC, publicou o seu novo WildFire software CAD tridimensional e destinado a torná-lo mais simples para a criação da geometria tridimensional. Em julho de 2004, a indústria dos softwares CAD é dominada por três soluções de venda: são eles : IBM – Dassault Systemes with CADIA & ENOVIA, UGS com Unigraphics & iMAN; a PTC com Pro/Engineer & WindChill; e a Autodesk, com valor de mercado é bastante abaixo da Dassault Systemes e mais que o triplo da PTC” (CADAZZ, 2004, p.2). Deste marco

temporal, aos dias de hoje, vários avanços foram alcançados no campo da computação gráfica que se torna aqui objeto do estudo.

4.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que os objetivos propostos da pesquisa fossem alcançados, foi estabelecido um método baseado na descrição e no estudo histórico. Ela foi dividida em duas áreas de estudos para o projeto seguir uma linha de estudo entre assuntos abordados.

Em primeiro momento foi realizado um estudo histórico sobre o tema com o intuito de contextualizar as mudanças que ocorreram durante o desenvolvimento da humanidade e a atual situação tecnológica nesse campo.

A segunda etapa da pesquisa consistiu-se em uma coleta de dados e informações sobre o Sistema BIM em relação em seus conceitos, aplicações e limitações tecnológicas.

Por fim, foram apontados softwares para estudo de casos no sentido de verificação da alternativa de mitigar os conflitos de entendimento entre os agentes do processo de produção do projeto arquitetônico.

5. RESULTADOS

5.1 EVOLUÇÃO DO USO DO COMPUTADOR NO PROCESSO DE PROJETAÇÃO ARQUITETÔNICO

O século XX marcou a nova era da arquitetura, a da informação. O desenvolvimento da tecnologia computacional possibilitou uma nova forma de projeção permitindo aos arquitetos projetar diretamente neste novo instrumento.

As ferramentas tecnológicas contribuíram para uma considerável redução da representação gráfica bidimensional em papel. Kalisperis menciona Mitchell em relação a integração do computador no processo de projeção:

“...auxiliando arquitetura e o computador auxiliando a fabricação e construção [...] fundamentalmente redefine a relação entre projetar e produzir. Elimina muitas restrições geométricas impostas pelos métodos tradicionais de desenho e produção. Ela também elimina a lacuna que se abriu entre o desenho e a produção quando os arquitetos começaram a desenhar” (MITCHELL, apud, KALISPERIS, 2007)

Neste sentido, o impacto desta nova era da arquitetura é apresentado por Kolarevic:

“...no campo conceitual, computacional, as arquiteturas digitais topológicas, de espaços geométricos não-Euclidianos, sistemas cinéticos e dinâmicos e algoritmos genéticos, estão suplantando as arquiteturas tecnológicas. Processos de projeção baseados em meios digitais, caracterizados por dinâmicos, ilimitados e imprevisíveis mas consistentes transformações de estruturas tridimensionais, estão possibilitando novas arquiteturas...Estes conceitos abrem novas oportunidades ao permitirem a produção e construção de formas muito complexas que, até recentemente, eram difíceis e dispendiosas de projetar e construir utilizando as tecnologias de construção tradicionais” (KOLAREVIC, 2003, p.3).

Estas transformações citadas acima que gerou o desenvolvimento de ferramentas digitais de projeção tridimensional na área da arquitetura tornou possível projetar diretamente no computador desde a concepção até a finalização da construção, fazendo com que o projeto arquitetônico se transforme em um modelo virtual, como se estivesse construído virtualmente.

Como consequência dessas transformações tecnológicas, surgiram novas formas de projeção arquitetônica, sendo definida de “Arquitetura Digital” por processos de geração e transformação de formas baseadas em computador.

5.2 CONCEITOS E TEORIAS DOS SISTEMAS BIM

Neste capítulo serão apresentadas as definições dos sistemas BIM de acordo com as abordagens de diversos autores. Também serão apresentadas e discutidas suas principais características, vantagens e *softwares* que integram o processo de projeção tridimensional paramétrico.

BREVE HISTÓRICO DOS SISTEMAS BIM

Nas últimas décadas, arquitetos e engenheiros começaram a modelar seus projetos em três dimensões em vez de elaborá-los em planos bidimensionais. Porém, o autor Kymmell nos informa que esse método em muitos casos:

“...os projetos podem agora ser concebidos no espaço tridimensional, e os detalhes podem ser desenvolvidos para aumentar os níveis de complexidade coordenada de como o projeto evolui. Isso cria um enorme potencial para a visualização e comunicação de informações que antes só estavam disponíveis para pessoas que sabiam ler plantas” (KYMMELL, 2008, p.28).

Conforme a citação acima, a referida potencialidade na comunicação e visualização auxilia o cliente na compreensão do modelo virtual como um todo permitindo um *feedback* mais cedo e mais preciso das pessoas relacionadas ao projeto.

Tanto o conceito e nomenclatura que hoje conhecemos como *Building Information Modeling* (BIM) passaram a fazer parte da consciência profissional e industrial de forma suficiente a justificar um tratamento específico. Estudaremos o livro de Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks e Kathleen Liston, que é uma obra fundamental para o estudo dos sistemas BIM voltados para proprietários, gerentes, arquitetos, engenheiros e construtores.

No entanto, nem o conceito nem a nomenclatura dos sistemas BIM são novos, pois não foram elaborados a partir da última versão publicada deste livro que ocorreu em 2008. “Os conceitos, abordagens e metodologias que identificamos hoje sobre os sistemas BIM, podem ser datados há de cerca de trinta e sete anos, enquanto que a terminologia de modelo de informações de construção tem estado em circulação há pelo menos quinze anos” (EASTMAN, et all, 2008, p.xi).

O exemplo mais antigo documentado encontrado para o conceito que conhecemos hoje como BIM foi um protótipo de trabalho *“Building Description System”* publicado na extinta revista AIA escrita por Charles M. Chuck Eastman, em seguida, na Universidade *Carnegie-Mellon*, em 1975. O trabalho de Eastman incluiu noções dos sistemas BIM naquela época conhecidas como:

“[projetando por meio de]... definição de elementos interativamente... derivando seções, plantas ou perspectivas isométricas da mesma descrição dos elementos... qualquer mudança de organização dos elementos deve ser feita apenas uma vez para todos os futuros projetos serem atualizados. Todos os desenhos derivados de uma mesma organização de elementos serão automaticamente consistentes...” (EASTMAN, et all, 2008, p.xi).

De fato, havia a necessidade de se resolver a questão de alteração que comumente ocorre no processo de elaboração de projeto e a necessidade da obtenção automática de atualização do mesmo, independentemente das vistas posicionadas.

Na citação abaixo, depreende-se a possibilidade de levantamento de quantitativos de materiais por meio de especificação dos mesmos nos sistemas de forma permitir estimar os custos reais precisos ao invés da largamente utilizada prática de calcular o custo da obra por metro quadrado:

“... qualquer tipo de análise de quantitativos pode ser vinculado diretamente à descrição. Estimativas de custos ou quantidade de materiais podem ser facilmente geradas... providenciar um único banco de dados integrado para análises visuais e de quantitativos... código de construção automatizado com a prefeitura ou com o escritório dos arquitetos. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa de programação e ordenação de materiais.” (EASTMAN, et all, 2008, p.xi).

Conforme consta dos registros sistemáticos de experiência de trabalhos executados por Eastman, como alguns estudos de casos em seu livro BIM Handbook, as vantagens decorrentes do modelo único parametrizado são consideráveis. Desta forma poder-se-ia obter estimativa de custos precisos mantidos em um banco de dados único atualizado automaticamente.

Inicialmente, nos anos 1980, os sistemas BIM foram comumente descritos “... nos Estados Unidos como *Building Product Model* e na Europa, especialmente na Finlândia, como *Product Information Model*” (EASTMAN, et all, 2008, p.xi).

O próximo passo referente à definição da nomenclatura foi pela extinção da duplicação da palavra “*product*” e a junção das restantes na denominação *Building Information Model* - BIM. Assim sendo a sua nomenclatura está em consonância com a aplicação geral de informação e informática na construção.

A utilização desta denominação data de meados dos anos 1980. Seus registros históricos mostram que “o primeiro documento que utilizou o termo *Building Modeling* em inglês apareceu em 1986 no título de um artigo de Robert Aish, então com *GMW Computers Ltda.*, os quais criaram o sistema do *software RUCAPS*” (EASTMAN, et all, 2008, p.xii).

Aish, que atualmente utiliza os sistemas *Bentley*, descreveu em um documento, comentado acima, todos os argumentos que conhecemos hoje em dia a respeito dos sistemas BIM e a tecnologia para implementá-la, incluindo: "... modelagem tridimensional, extração automática de desenhos, componentes paramétricos inteligentes, banco de dados integrado, fase temporal de processos de construção e assim por diante..." (EASTMAN, et all, 2008, p.xii). Aish ilustrou esses conceitos por meio do estudo de caso do sistema de modelagem de construção – *RUCAPS* – na fase de remodelagem do terceiro terminal do aeroporto *Heathrow* em Londres.

A despeito do recente desenvolvimento da nomenclatura dos sistemas BIM há que se mencionar a existência de produtos comerciais que vêm utilizando os sistemas BIM há longa data. Eles utilizam muitas das funções e comportamentos do conceito de sistemas BIM, entre os quais poderíamos citar a geração atual de *softwares*, tais como: "...*ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Building, Digital Project* ou *Vector Works...*" (EASTMAN, et all, 2008, p.xii). Todos foram projetos que obtiveram êxito os quais foram desenvolvidos após seus precursores, tais como: "... de *RUCAPS* para *Sonata* e *Reflex*, de *Oxys* para *BDS* e *GDS...*" (EASTMAN, et all, 2008, p.xii) entre outros.

O termo BIM é uma palavra popular usada nos *softwares* desenvolvido para descrever as capacidades dos produtos oferecidos. "Desta forma, inicialmente não havia uma definição precisa do que constitui os sistemas BIM" (EASTMAN, et all, 2008, p.xii). No sentido de lidar com essa diversidade de definições, é usual diferenciá-las daquelas soluções de modelagem que não utilizam a tecnologia dos sistemas BIM.

Os modelos tridimensionais virtuais geralmente se dividem em duas classes distintas: modelos de superfície e modelos de sólidos. De acordo com Kymmell, quanto aos modeladores de superfície possuem apenas os seguintes recursos:

"Os componentes do modelo de superfície contém apenas informações sobre tamanho, forma, localização, etc., o que facilita o estudo dos parâmetros visíveis em um projeto. Nos modeladores de superfície, não é possível criar componentes sólidos, porque os componentes consistem apenas em superfícies, apresentam semelhança a um sólido, mas na verdade, são ocos,

pois nenhuma das superfícies possuem características de espessura ou volume” (KYMMELL, 2008, p. 29).

O modelo de superfície é ideal para imagens visuais do projeto, e, portanto, bem adequado para a concepção estética, planejamento e objetivos de *marketing*. As ferramentas dos *softwares* de modelagem de superfície são muitas vezes mais simples de usar do que outras ferramentas de modelagem e particularmente eficazes para a apresentação e comunicação. Ainda sobre os modeladores de superfície, outro autor, Chuck Eastman, nos informa que os *softwares* tridimensionais interativos incluem ferramentas que criam os seguintes tipos de modelos:

“...que contêm apenas dados tridimensionais e sem atributos vinculados aos objetos. Esses são modelos que podem ser usados apenas para visualização gráfica e não têm inteligência do atributo do objeto. Eles são bons para visualização, mas não fornecem nenhum apoio de integração de dados e análises de projeto” (EASTMAN, et all, 2008, p.xii).

De fato, os dois autores, Kymmell e Eastman, se referem à mesma forma de modelagem tridimensional que é de superfície, na qual é possível obter o volume como uma casca, conseguindo adquirir o modelo apenas para visualização e comunicação, porém sem atributos de componentes e especificações necessárias, apenas a forma da edificação.

Outra questão de grande diferença entre os dois tipos de modeladores tridimensionais que Eastman nos informa é que:

“Esses outros softwares de modelagem tridimensional também permitem mudanças nas dimensões em determinadas vistas, mas estas não são automaticamente atualizadas em outras vistas. Devido a esta limitação há ocorrência de erros que são muito difíceis de serem detectados no modelo, semelhantemente ao que ocorre ao substituir uma fórmula com entrada manual em uma planilha” (EASTMAN, et all, 2008, p.xii).

A segunda forma de modelagem tridimensional é a dos modelos sólidos. Nela, os modelos virtuais possuem informações que os modeladores paramétricos não possuem, como as que Kymmell informa na citação abaixo:

“Um modelo sólido tem a vantagem adicional de permitir a possibilidade de gerar vistas bidimensionais que podem ser desenvolvidas em documentação de construção convencional. Isso significa que um modelo sólido pode ser primeiramente usado para desenvolver o conceito do projeto e detalhes, após os pontos de vistas deste projeto virtual podem ser transformados em

desenhos necessários para o licenciamento e ao processo de execução.”
(KYMMELL, 2008, p.29).

De acordo com Eastman, a construção de informação é de forma geral o objetivo dos sistemas BIM cuja modelagem é baseada em objetos que recebem informações paramétricas e que são situados dentro de conjunto pré-definido de famílias, cada um tendo comportamentos vinculados dentro delas. Uma lista bastante completa das famílias pré-definidas de objetos é fornecida pelas ferramentas principais dos sistemas BIM de projeto de arquitetura. Estes são os conjuntos de famílias pré-definidas de objetos que podem ser imediatamente aplicados na projeção de edificações em cada sistema.

De acordo com Kymmell, algumas dessas informações são físicas:

“...em outras palavras o modelo irá conter informações sobre a natureza de um objeto, porque é uma simulação de um objeto real. Esta informação inclui as dimensões físicas do objeto (seu tamanho), a localização deste objeto em relação à localização dos outros objetos no modelo, o aspecto desse tipo de informação pode ser programado para o objeto específico da parede para que ele represente com precisão o que o projeto exige” (KYMMELL, 2008, p.31).

Modelagem de sólidos com os componentes paramétricos também é chamado de objeto baseado em modelagem. Algumas empresas do setor de material de construção estão produzindo componentes tridimensionais virtuais para serem incorporados ao modelo, conforme Kymmel nos informa abaixo:

“Estes componentes virtuais podem ser usados em um modelo inteligente e transportar a informação dos fabricantes, incorporado neles. Por exemplo, um fabricante de janelas pode produzir um catálogo virtual que contém a linha de produtos em formato de modelo de objeto tridimensional pronto para uso em um modelo de projeto” (KYMMELL, 2008, p.31).

Desta forma, a criação de um modelo composto proporciona outra dimensão ao modelo de inteligência. Vários modelos de diferentes componentes de um projeto podem ser coletados em um modelo composto, que terá a informação combinada de todos os submodelos embutidos nele. Kymmell cita algumas dessas vantagens:

“Uma das vantagens de um modelo composto é que os diferentes membros da equipe de projeto podem trabalhar em várias partes de um projeto independentemente e combinar seu trabalho em momentos específicos para analisar os resultados combinados. Os modelos arquitetônicos, estruturais e instalações, muitas vezes, são produzidos pelos consultores ou

subcontratados especializados que são responsáveis por suas próprias partes específicas do trabalho, e devem ser combinados em um modelo composto mostrando o projeto totalizado para a coordenação de visualização e outros fins” (KYMMELL, 2008, p.31).

De acordo com a citação anterior, os sistemas BIM facilitam o trabalho simultâneo entre as várias áreas de projeto. Embora a colaboração com a representação por meio de desenhos bidimensionais seja também possível, esta é inerentemente mais difícil e demorada do que trabalhando conjuntamente com um modelo tridimensional parametrizado, no qual o controle de qualquer alteração pode ser bem administrado. Isso encurta o tempo de projeto e reduz significativamente seus erros e omissões. Neste sentido Eastman afirma:

“O modelo tridimensional gerado pelos sistemas BIM é projetado diretamente em vez de ser gerado por múltiplas vistas bidimensionais. Pode ser utilizado para visualizar o projeto em qualquer estágio do processo com expectativa de que será consistente em qualquer vista” (EASTMAN, 2008, p.16).

Desenhos precisos e consistentes podem ser extraídos para qualquer conjunto de objetos ou vistas especificadas do projeto. Isso reduz significativamente a quantidade de tempo e quantidade de erros associados com a geração de desenhos de construção para todas as áreas de projeto. Quando uma modificação no projeto é necessária, um modelo consistente é automaticamente gerado, tão logo que as modificações sejam inseridas.

Os sistemas BIM também permitem maior resolução de problemas de projeto ainda na fase de concepção do mesmo, gerando oportunidades para que o projeto possa ser continuamente melhorado. Esta é uma vantagem considerável ao invés de esperar até que um projeto esteja quase completo, depois que as decisões importantes tenham sido tomadas, para tentar fazer modificações e correções de rumo.

Os sistemas BIM fornecem visualizações tridimensionais antecipadamente e permitem quantificar os materiais, resultando em estimativas de custos mais precisos do que a utilização tradicional genérica de custos por metro quadrado.

Outro conceito fundamental em relação aos sistemas BIM, que não podemos deixar de explicar, é a vinculação, que é importante em simulações de construções

virtuais. Vinculação refere-se à interligação de diferentes fontes de informação. Alan Bridges em seu artigo "Challenge of Constraints", informa que a parametrização da geometria é um conceito criado na Grécia e que os sistemas BIM apresentam uma parametrização diferente.

Esta informação pode ser parte do modelo tridimensional, ou poderia ser contida em outro formato separado do arquivo modelo em si, tal como num horário, uma folha de cálculo, um banco de dados ou um documento de texto.

Vinculação do objeto paramétrico é a informação que faz parte de um objeto específico no modelo de projeto. A natureza da ligação é automática, e simples para editar o objeto modelo para refletir quaisquer mudanças que são necessárias em relação aos objetos relacionados. Algumas ferramentas de *software* fornecem a oportunidade de mudar este tipo de informações de vários "locais". Ou seja, um modelo tridimensional contendo treliças de aço vai permitir a edição de uma treliça especial na caixa de diálogo para o objeto específico de treliça.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais vão em direção a relação da utilização da plataforma BIM e os benefícios ao entendimento do processo de projeto. Um dos maiores problemas em lidar com as informações no final do projeto é a enorme quantidade de documentação que é deixada para lidar com os clientes. Por exemplo, as solicitações fornecem muitas informações específicas sobre qualquer produto e incluem dados extensivos sobre equipamentos como execução, garantia e cor. O maior e mais complexo projeto, mais solicitações e assim, mais as informações dos clientes tem de lidar com eles. Outro exemplo de dados de projeto final são as especificações dos produtos utilizados, os requisitos da garantia, e as instruções de instalação. Isso pode significar grandes quantidades de informações desvinculadas passando por muitas mãos, as quais podem resultar desorganizadas ou, pior ainda, na perda de dados.

Portanto, na fase de concepção, viabilidade e benefícios de projeto. Antes dos proprietários contratarem um arquiteto, é necessário determinar o tamanho do edifício, o nível de qualidade, e programa de necessidades desejadas pode ser construído

dentro de um orçamento de custo e tempo determinados, ou seja, verificar se pode atender aos requisitos financeiros estabelecidos pelo cliente. Essa questão é de grande importância para a construção de uma edificação. É necessário fazer um planejamento orçamentário desde a concepção do projeto até a fase de detalhamento, e que seja preciso ou próximo à realidade. Para os leigos é importante planejamento pré-obra para que nada fuja do seu controle orçamentário. Se os objetos utilizados no projeto são controlados por regras paramétricas que garantem o alinhamento e reajuste correto dos objetos, então permitirá que o modelo tridimensional seja executado com sucesso, sem desperdício de tempo e recursos materiais decorrentes de frequentes retrabalhos comuns nas obras em geral. Este recurso de parametrização elimina a necessidade do construtor de gerenciar manualmente as mudanças de projeto. Desta forma, a parametrização é outro grande benefício dos sistemas BIM tanto para o cliente quanto para os demais participantes do projeto e da construção.

Em qualquer fase do projeto, os sistemas BIM podem extrair listas precisas de quantidades e espaços que podem ser utilizados para a estimativa de custo. Nos estágios iniciais de um projeto, as estimativas se baseiam primeiramente nos custos unitários por metro quadrado.

À medida que o projeto progride, as quantidades mais detalhadas estão disponíveis e podem ser utilizados para estimativas de custos mais precisas e detalhadas. É possível manter todas as partes do projeto cientes das implicações dos custos associados com o projeto antes de progredir para o nível de detalhamento exigido pelas propostas de construção.

O modelo tridimensional parametrizado associado a softwares que quantificam materiais fornece a estimativa baseada dos objetos contidos dentro do modelo permitindo a preparação de um cálculo de custo final mais preciso. Como resultado, é possível tomar decisões de projeto melhor informadas sobre os custos utilizando os sistemas BIM, em vez de um sistema baseado em listas confeccionadas manualmente no papel.

Outro grande benefício do uso de sistemas BIM para a fabricação é o planejamento da construção criando-se uma vinculação do plano de construção para

os objetos tridimensionais do projeto, tornando possível simular o processo de construção e mostrar como o edifício e o local ficariam em qualquer ponto do tempo.

Nos sistemas BIM, o modelo de construção virtual tridimensional é a fonte de todos os desenhos bidimensionais e tridimensionais, permitindo que erros de projeto causados por desenhos inconsistentes em duas dimensões sejam eliminados. Além disso, todas as áreas complementares de uma construção podem ser reunidas e comparadas com o objetivo de detectar incompatibilidades pesadas e leves, são facilmente verificadas tanto de forma sistemática quanto visualmente em relação a outros tipos de inconsistências. Desta forma os conflitos são identificados antes de serem detectados em campo.

A cooperação entre os arquitetos participantes da construção e clientes é maior e os erros de omissão são significativamente reduzidos. Isso acelera o processo de construção, reduz custos, minimiza a probabilidade de disputas legais, e proporciona um suave processo para a equipe do projeto inteiro.

O impacto de uma mudança sugerida de projeto pode ser introduzido no modelo de construção virtual e alterações em outros objetos do projeto serão atualizadas automaticamente. Algumas atualizações são feitas automaticamente com base nas regras estabelecidas pelos modelos paramétricos. Atualizações adicionais cruzando o sistema podem ser verificadas e atualizadas visualmente. As consequências de uma mudança podem ser refletidas com precisão no modelo tridimensional e em todas as visões subsequentes do mesmo. Além disso, mudanças de projeto podem ser absorvidas mais rapidamente em um sistema BIM porque as modificações podem ser compartilhadas, visualizadas, estimadas e podem ser implementadas sem a utilização de operações que consomem muito tempo como aquelas feitas por meio do papel.

Os clientes podem obter benefícios significativos nos projetos utilizando os sistemas BIM para agilizar a entrega de maior qualidade e melhor desempenho do projeto. Os sistemas BIM facilitam a colaboração entre os participantes do projeto, reduzindo os erros e as mudanças de campo e levando a um processo de entrega mais eficiente e confiável que reduz o tempo do projeto e o custo. Há muitas áreas potenciais das contribuições dos sistemas BIM.

Um dos grandes benefícios dos sistemas BIM é a redução do tempo para compras por meio do uso de modelos paramétricos. Projetos que são financiados em bons momentos econômicos podem ser envolvidos em recessão no mercado bem como o impacto do projeto em retorno de investimento. O componente paramétrico do modelo feito com sistemas BIM, faz alterações no projeto facilmente e resulta em atualizações de documentação automática. Este tipo de aplicação dos sistemas BIM permite que os proprietários melhorem as respostas de tendências de compras ou missões empresariais mais estreitas para construção e ajustar requisitos de projetos em colaboração com a equipe do projeto.

Outra vantagem dos sistemas BIM é a redução da programação de duração da coordenação e pré-fabricação tridimensional. Todos os clientes pagam pelos atrasos de construção ou nas demoras dos projetos, seja em pagamentos de juros sobre empréstimos, renda de aluguel atrasado ou outros rendimentos provenientes da venda de mercadorias ou produtos.

A redução de possíveis riscos pelo modelo baseado no BIM sendo planejados também beneficia o proprietário. As planilhas são frequentemente afetadas por atividades que envolvam riscos, as dependências, várias organizações ou sequências complexas de atividades. Estes, muitas vezes ocorrem em projetos como reformas de instalações existentes, onde a construção deve ser coordenada com as operações em curso.

Esse resultado é uma perda de valores de informações ativas em fases aumentando os esforços para produção de informações do projeto. Conseqüentemente, as análises podem estar fora de sincronia com o desenho e levar a erros. Com a base do processo BIM o proprietário pode ter um melhor retorno no seu próprio investimento como resultado da melhora do processo de desenho.

No âmbito da comunicação entre cliente e profissional, a contratação de projetos e obras é um instrumento importante que deve dar segurança para ambos os lados e deve seguir a legislação e normas vigentes.

Na contratação de projetos, o cliente e o arquiteto desenvolvem um programa de necessidades para a construção e estabelecem os objetivos do projeto. O arquiteto então desenvolve o estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo, além de documentos de desenho e contratuais de acordo com o programa definido inicialmente. O arquiteto contrata funcionários ou consultores para desenvolver os outros projetos complementares, como elétrica, estrutura, hidráulica, etc. Esses projetos são então desenvolvidos em desenhos em forma de plantas, elevações e visualizações tridimensionais.

O cliente e o arquiteto não podem determinar quais contratantes podem licitar apenas requerer atestados de capacidade técnica e operacional de acordo com o tipo do empreendimento. A cada contratante deve ser enviado um jogo de desenhos e especificações que são utilizados para compilar uma pesquisa de quantitativos e serviços.

Inconsistência, imprecisão e incerteza no processo de projeto tornam difícil a fabricação externa de materiais. Como resultado, a fabricação e construção têm que acontecer na própria obra ou no sítio da construção. Isto é mais caro, consome mais tempo, é propenso a erros que não aconteceriam se o trabalho fosse executado em um ambiente industrial onde os custos são menores e o controle de qualidade é melhor. Tais mudanças de resoluções podem resultar em disputas legais, gerando custos adicionais e atrasos no processo como um todo.

Esta forma tradicional de contratação desfragmentada é muito frágil pois depende de comunicação bidimensional ocasionando erros e omissões. Esse é o método de contrato mais utilizado no Brasil, tendo em vista normas vigentes de contratação de obras.

O Modelo de contratação pelo Sistema BIM é um modelo novo de contratação para o Brasil e sugerido pelo Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras - CBIC, neste, pretende-se a integração completa por todos os agentes.

Como sugestão de trabalhos futuros, apresenta-se a possibilidade de confrontar sob duas plataformas BIM diferentes para projetos de arquitetura o mesmo

projeto e verificar se há diferenças no nível de entendimento das demandas dos agentes do processo.

REFERÊNCIAS

CADAZZ. CAD software history, 2000, <http://www.cadazz.com/cad>; acesso em: 03 set 2018

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Bim handbook: a guide to building information**. Wiley Publishing, Indianapolis, Estados Unidos, 2008.

KALISPERIS, Loukas N. **CAD in Education: Penn State University**. Penn State University, Pennsylvania, Estados Unidos, 1994.

KERLOW, Isaac Victor. **The Art of 3-D Computer Animation and Imaging**. Estados Unidos: John Wiley & Sons Inc., 2000.

KOLAREVIC, Branko. **Architecture in the digital age – design and manufacturing**. Taylor & Francis, New York, Estados Unidos, 2003.

KYMMELL, Willem. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations**. McGraw-Hill Companies, Inc., Estados Unidos, 2008.

MONTENEGRO, Gildo A. **Inteligência visual e 3-d**. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 2005.

ROBBINS, Edward. **Why architects draw?** MIT Press, Massachusetts, Estados Unidos, 1997.