



## DO CAD TRADICIONAL À MODELAGEM BIM: UMA REVISÃO DAS NOVAS POSSIBILIDADES

**Tarciso Binoti Simas (1); Andresa Ayara Torres e Silva (2); Fernando Eduardo de Souza Marino (3); Emanuel Sales Fernandes (4)**

(1) Doutor em Urbanismo, Professor Adjunto do IEA/Unifesspa, [tarcisobinoti@gmail.com](mailto:tarcisobinoti@gmail.com)

(2) Graduanda em Engenharia Civil do IEA/Unifesspa, [andresaayara@gmail.com](mailto:andresaayara@gmail.com)

(3) Graduando em Engenharia Civil do IEA/Unifesspa, [fernando.marinoad@gmail.com](mailto:fernando.marinoad@gmail.com)

(4) Graduando em Engenharia Civil do IEA/Unifesspa, [emanuel.salesfernandes@gmail.com](mailto:emanuel.salesfernandes@gmail.com)

Instituto de Engenharia do Araguaia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – IEA/Unifesspa.

Rua Geraldo Ramalho, s/n, Bairro: Centro | CEP: 68560-000 | Santana do Araguaia/PA - Brasil.

### RESUMO

Desde a invenção e o aperfeiçoamento da tecnologia computacional gráfica, na década de 1950, as aplicações digitais foram cada vez mais introduzidas, testadas e discutidas como instrumentos de auxílio ao processo de projeto de arquitetura e das diversas engenharias. Em um primeiro momento, foi desenvolvido um sistema computacional para ser utilizado no projeto a fim de facilitar a representação gráfica de uma edificação, denominado de *Computer-Aided Design* (CAD; Desenho Assistido por Computador). A partir de então foram desenvolvidas diversas ferramentas com intuito de melhorar o processo construtivo, tanto na forma de projetar como na administração e gerenciamento de obras, gerando evoluções no sistema CAD, assim como, o desenvolvimento do *Building Information Modelling* (BIM; Modelagem da Informação da Construção). Como parte de uma pesquisa sobre as transformações ocasionadas pelo BIM no processo de projeto, este artigo busca relacionar, através de revisão da literatura, os sistemas CAD e BIM com intuito de visualizar suas particularidades, atribuindo vantagens e desvantagens de cada sistema além da interferência do emprego da Tecnologia da Informação aliado ao desenvolvimento para indústria de projetos.

Palavras-chave: Processo de projeto, CAD, BIM.

### ABSTRACT

Since the invention and refinement of computer graphics technology in the 1950s, digital applications have been increasingly introduced, tested and discussed as tools to aid the architectural design process and various engineering applications. At first, a computer system was developed to be used in the project to facilitate the graphic representation of a building, called *Computer-Aided Design* (CAD). Since then, various tools have been developed to improve the construction process, both in the form of project design and administration and management, generating developments in the CAD system, as well as the development of *Building Information Modeling* (BIM). As part of a research on the transformations caused by BIM in the design process, this article seeks to relate, through literature review, the CAD and BIM systems in order to visualize their particularities, attributing advantages and disadvantages of each system and the interference of the system. Use of Information Technology combined with development for the project industry.

Keywords: Design process, CAD, BIM.

## 1. INTRODUÇÃO

Do Sistema *Computer-Aided Design* (CAD; Desenho Assistido por Computador) ao *Building Information Modelling* (BIM; Modelagem da Informação da Construção), são inúmeras as transformações e possibilidades dentro do universo da construção civil. Esses avanços em modelagem paramétrica, códigos de programação, prototipagem rápida e realidades virtual e aumentada estão gerando novas possibilidades de projeto com modelos virtuais com inúmeras informações; novas formas de documentação do projeto; diversas possibilidades de análise e avaliação de estudo da forma, conforto, instalações, estrutura, economia etc.; estreitamento da relação entre o mundo virtual e o real através da produção rápida de protótipos; uma nova forma de fabricação, instalação e montagem no canteiro de obras; e uma nova forma de gestão do processo de projeto<sup>1</sup>, mais colaborativa e horizontal, desde sua fase inicial. Trata-se de intensas transformações que, de certa forma, acompanham os pensamentos contemporâneos de um sistema mais colaborativo e de compartilhamento de informações e experiências, graças às recentes evoluções da web 2.0<sup>2</sup>, de softwares sociais (redes sociais, wikis e blogs) etc. (RAFAEL, 2017, p. 40-5). Por se tratar de evoluções tão intensas e ligeiras, o Projeto de Pesquisa “As transformações ocasionadas pelo BIM na prática e no ensino de projeto”, do Instituto de Engenharia do Araguaia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (IEA/Unifesspa) vem se dedicando em uma investigação para maior entendimento das mudanças já ocorridas, consolidadas na prática profissional, e em curso, com as expectativas de mudança. Para alcançar este objetivo, este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre algumas transformações ocorridas do Sistema CAD ao BIM e alguns desdobramentos desta pesquisa em andamento.

## 2. DO CAD AO BIM

O sistema de modelagem de projetos arquitetônicos e complementares tradicional era feito de forma manual até a interferência do meio tecnológico e a apresentação do modelo CAD amplificado a partir dos anos de 1980. Como exemplo, destaca-se o software bastante usual AutoCAD, criado em 1982. Esse modelo proporcionou a automatização e uma maior qualidade e eficácia na produção dos projetos arquitetônicos e complementares. No entanto, apesar destas evoluções, suas formas geométricas básicas são manipuladas de tal modo que somente os projetistas podem atribuir um significado para as formas e linhas, tal como na representação analógica de parede, tubulação, fiação, dentre outros. As vistas trabalham de forma individual e qualquer modificação deve ser corrigida de forma manual, assim como as possíveis incompatibilidades. Em relação à gestão, vale ressaltar que ainda não havia um processo automatizado de integração do projeto arquitetônico com os projetos complementares de forma que o processo de compatibilidade ainda se tornava pouco ágil, tendo a necessidade de muito retrabalho e tornando-o suscetível a falhas.

Com o passar dos anos, foi desenvolvido o modelo CAD 3D que propiciou ainda mais destaque a ferramenta representativa, tornando-se indispensável o uso da ferramenta computacional. Para Ruschel e Bizello (2011, p. 2-6), o CAD 3D surge da necessidade de uma melhor representação do modelo tridimensional de um projeto. Com a utilização de programas específicos, pode-se aplicar efeitos que valorizam e melhor representam o projeto. Conseqüente, os autores apontam ainda outras designações na evolução da tecnologia CAD, tal como o CAD 4D, que possibilitam outras funções particulares. Graças a tais ferramentas, surgem, a partir dos anos 1990, novos objetos de arquitetura complexa (de geometria não-euclidiana) que até então o sistema analógico tinha dificuldade em sua representação (produção de plantas, cortes e fachadas).

Diante desse cenário de grandes avanços e das novas capacitações adquiridas por profissionais, é desenvolvido o BIM ou a Modelagem da Informação da Construção. Uma das ferramentas que mais vem se destacando nessa plataforma é o software REVIT, desenvolvido pela empresa Autodesk, uma empresa de destaque em softwares de design e de conteúdo digital. Segundo Max Holanda (2019), se o AutoCAD é a evolução da prancheta, o REVIT seria a evolução da maquete. Trata-se de um sistema modificável de acordo com as relações entre os elementos e conjuntos e compreensível através da geometria como um resultado final de um modelo paramétrico inteligente. Em sua pesquisa de comparação entre ambos os softwares, realizada no ano de 2017, o autor observou que vários escritórios estavam migrando do AutoCAD para o

---

<sup>1</sup> Segundo Moreira, Kowaltowski e Beltramin (2016, p. 56-7), o processo de projeto é entendido como “um ciclo de atividades que compreende a concepção, a descrição, a construção e o uso do espaço construído”.

<sup>2</sup> A web 1.0 é definida pela internet com acesso a informações e fins comerciais de consumo de massa dos anos 1990. No século XXI, emerge-se a web 2.0 com “ambientes mais interativos e colaborativos para a troca, a criação, a geração e o armazenamento de informações” (SANTOS e ALVES, 2009, p. 2 *apud* RAFAEL, 2017, p. 41).

REVIT sob a justificativa de que seria uma ferramenta mais adequada ao tempo de execução das etapas de projeto, assim como uma solução para representar arquitetura de forma tridimensional.

Desse modo, a partir da modelagem BIM, foi possível elaborar um novo processo de trabalho onde são associadas e compartilhadas as diversas informações do projeto. Nessa tecnologia BIM, não se trata de apenas a representação de linhas e sim, tal como em uma construção virtual, dos próprios componentes como parede, porta, tubulação etc. Com isso, a leitura e a disposição do projeto tornam-se mais fáceis e embutidas de complexas informações. Dentre tantos benefícios do BIM, destaca-se a função descritiva dos materiais a ser utilizada, podendo gerar documentos tais como planilhas quantitativas e orçamentárias que visam uma agilidade na parte administrativa da obra, reduzindo custo e tempo. Além disso, as revisões no BIM podem ocorrer de forma automática a partir da concepção de um possível erro sendo interativo com todas as vistas. Esse conjunto de recursos geram um arquivo com um formato particular de documentação com extensão .ifc. Trata-se de arquivos de dados, em vez de documentos ou meios de comunicação, diferente .dwg do CAD. Em relação ao processo de projeto, tornou-se possível gerenciar as diversas etapas de uma construção (casa, edifício etc.). Essa nova forma de gerenciamento da construção civil melhorou a eficácia do processo de projeto como um todo, reduzindo tempo, erros, retrabalhos e omissões de projeto e conferindo maior qualidade e funcionalidade dos projetos (COSTA *et al.*, 2015, p. 4-8).

Para Santos e Lima (2019, p. 99-104), essas transformações que as tecnologias e ferramentas que auxiliam nos processos construtivos sofreram ao longo dos últimos anos se configuram em uma grande revolução em todo o segmento da indústria da construção civil. As plataformas BIM possibilitaram a elaboração e execução de um modelo virtual preciso de um projeto, oferecendo, assim, a oportunidade de solucionar, previamente, inúmeros problemas antes de sua execução. O projeto realizado em BIM é capaz de agregar todas as partes envolvidas no planejamento de uma construção, como o orçamento, cronograma de obra e cronograma físico-financeiro, contendo informações aprofundadas sobre cada detalhe da construção e que podem ser utilizadas por todos os envolvidos, desde engenheiros e arquitetos até planejadores e responsáveis pela compra de materiais. Dessa forma, o projeto, a construção e a operação passaram a ser feitos de modo mais rápido, eficiente e econômico.

Dentre algumas classificações, Omena, Laura e Oliveira (2019, p. 231-8) apontam que, atualmente, a documentação de Projeto de Arquitetura encontra-se no quarto método: o algorítmico, iniciado a partir dos anos 1980 com super computadores de maior velocidade e capacidade de processamento de dados<sup>3</sup>. A transição entre os métodos algorítmico e seu antecessor (o computacional) aconteceu com a programação dentro dos programas de desenho para auxílio na composição formal. Esses novos sistemas ultrapassaram a reprodução de atividades repetitivas de desenho e passaram a afetar o método de projeto com novos procedimentos para encontrar soluções inovadoras na composição de geometrias não convencionais, emergindo a chamada *Algorithm Aided Design* (AAD), ou arquitetura assistida/auxiliada por Algoritmo. Assim, os objetos não são desenhados com mouse, mas sim definidos por uma programação específica. Esse método baseado no algoritmo estabelece uma nova ligação entre ideia e produto e entre projetista e projeto.

Já Vasconcelos e Sperling (2016, p. 94-5) classificam essa passagem como do software de interação representacional para as interações paramétrica e algorítmica. Uma das diferenças está nas maiores possibilidades de estudo da forma arquitetônica que nas interações paramétrica e algorítmica podem ser exploradas a partir da variação de seus parâmetros ou fórmulas. Isso não significa que a concepção arquitetônica é realizada por um computador, pois é necessária uma utilização consciente do arquiteto nessas interações paramétrica e algorítmica. No entanto, tais variações são realizadas com menores esforços humanos e com maiores (e novas) possibilidades de projeto. Com isso, em sua essência, o processo de projeto continua sendo uma exploração única de cada arquiteto, tal como definido por Ching e Eckler (2014, p. 199-200). Pois, independente das ferramentas, o processo de projeto não é um método, que implicaria que os resultados poderiam ser previstos com certo nível de precisão; mas sim um caminho onde as ideias rudimentares são gradualmente desenvolvidas até se transformarem em complexos elementos de arquitetura.

Em outras palavras, Leite e Martins (2015, p. 1-4) apontam que, com a utilização da programação e de *scripts*, os arquitetos estão se tornando desenvolvedores de suas próprias ferramentas que abordam, além do estudo da forma, questões relacionadas a desempenho lumínico, térmico, estrutural, segurança,

---

<sup>3</sup> Os autores classificam os outros três métodos históricos de documentação como: (1) Método perspectivo, com o advento da perspectiva no Renascimento; (2) Método Descritivo, com o ensino de geometria descritiva, a partir da Revolução Industrial; e (3) Método Computacional, com invenção do computador gráfico interativo, a partir dos anos 1960 (OMENA, LARA e OLIVEIRA, 2019, p. 231-8).

economia etc. Assim, “o script, ou programação, possibilita que o designer adapte, customize ou reconfigure por completo o software de desenho assistido por computador, de acordo com suas predileções e modos de trabalho”. Essa programação está transformando as relações entre o designer e seu produto, ou seja, o modo de projetar. Há uma maior sobreposição entre as fases de processo de projeto de análise, síntese e avaliação que podem ocorrer simultaneamente<sup>4</sup>.

Além dos avanços na fase de concepção, os novos meios digitais de fabricação estão gerando novas linhas de pensamento, uma nova classe de objetos, modificações profundas no campo da construção civil gerenciadas por informações digitalizadas e uma conexão direta entre o que pode ser projetado e como pode ser construído (*file-to-factory*<sup>5</sup>).

O que nos chama a atenção em especial neste processo apontado por Kolarevic é a maneira como a integração entre concepção e construção/fabricação são extremamente diferentes do que estamos acostumados no processo tradicional de projetar. Geralmente devemos preparar desenhos, que serão materializados em um canteiro de obras, após serem interpretados por pedreiros, carpinteiros e todo um exército de mão de obra corriqueiramente de baixa qualificação. Neste processo o arquiteto ocupa a posição de um profissional que prepara tais desenhos. Apenas. Este papel diluiu a posição do arquiteto, que em eras anteriores, ocupava o papel do mestre da obra, associando a execução e criação em um único meio. Não eram necessários desenhos para orientar o trabalho de esculpir blocos de pedra ou outros materiais. Desenhava-se diretamente no material. O desenho agora possui um novo papel: é elemento que conduz a geração de um G Code, que alimenta o sistema de fabricação adotado, traduzindo em materialidade, todos os elementos tidos como virtuais nas telas de nossos computadores. Devido ao grau de complexidade das peças geradas, é necessário que a montagem das peças siga as instruções, que estão presentes na tela do mesmo computador, integrando o meio digital desde a concepção, a fabricação e a montagem dos sistemas desenvolvidos. Para um sistema de informação, a materialidade é um dado. E como tal, é um elemento do mundo virtual. O processamento da informação é um sistema virtual. Já a fabricação, seja de qualquer elemento, por métodos completamente manuais ou utilizando máquina mecânica é ligado à materialidade, ao mundo real. Máquinas controladas por computador conseguem associar estes dois mundos distintos e as consequências para os envolvidos na fabricação de objetos (mesmo um edifício) são muitas. (LEITE e MARTINS, 2015, p. 4)

O Arquiteto e Professor Henriques (2016a, 2016b) destaca que a modelagem paramétrica, com possibilidade de recálculo do objeto completo a partir da alteração de uma das variáveis, está ampliando o processo criativo de Arquitetura, as possibilidades de desenvolvimento de projetos complexos e, associada aos avanços da robótica, a integração entre *Computer-Aided Design* (CAD), *Computer-Aided Engineering* (CAE) e *Computer-Aided Manufacturing* (CAM). Dentre tantas inovações, destacam-se os Fab Labs<sup>6</sup> (*Fabrication Laboratory*; laboratório de fabricação digital) que estão promovendo esse novo relacionamento entre o projeto e fabricação, graças à impressora 3D, corte a laser, máquinas de Controle Numérico Computadorizado (CNC), técnicas aditivas, subtrativas e deformativas da robótica etc. Isso está possibilitando manufaturar componentes de edifícios, montar, instalar e executar o seu acabamento final (soldagem, pintura, polimento), e promovendo novos métodos e lógicas dentro da indústria da construção civil.

Para Batistello et al (2015, p. 137), a Prototipagem Rápida, seja em escala reduzida ou 1:1, é um instrumento que materializa os arquivos digitais em um curto espaço de tempo, ou seja, protótipos virtuais podem ser rapidamente transmitidos para novos protótipos físicos, permitindo melhor compreensão, avaliação e, quando houver mais de uma opção, comparação dos atores envolvidos no processo de projeto

---

<sup>4</sup> Desde os anos 1950, o processo de projeto de Arquitetura passou a ser mais estudado na busca de novas técnicas para melhorar a qualidade do processo e do produto. Nos anos 1970, a “primeira geração dos métodos de projeto” (*Design Methods*) sistematizou o processo em três fases: a análise, que busca a elaboração do programa arquitetônico e estruturação do problema de projeto; a síntese, que visa a solução do problema ou o procedimento de projeto; e a avaliação (MOREIRA, KOWALTOWSKI e BELTRAMIN, 2016, p. 56-7). Essas fases não acontecem em uma sequência linear rígida, mas com os avanços tecnológicos ampliaram as possibilidades de avaliação logo na fase inicial de projeto.

<sup>5</sup> A produção *file-to-factory* acontece quando os arquivos de projeto informam diretamente às máquinas de usinagem para produção (MEDEIROS, 2019, p. 28).

<sup>6</sup> O *Fab Lab* surgiu no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), no laboratório interdisciplinar *Center for Bits and Atoms*, fundado em 2001 pela *National Science Foundation* (NEVES, 2014, p. 133).

arquitetônico. Trata-se de uma forma mais rápida de alcançar o conhecimento prático (ou *techne*) que, segundo Ching e Eckler (2014, p. 03-5), acontece quando são feitas descobertas durante a prática no processo de projeto.

No campo gerencial, o projeto pode assumir um caráter mais colaborativo pela natureza de seu processo, composto por fases diferenciadas no qual intervêm um conjunto de participantes, com responsabilidades específicas, quanto a decisões técnicas e econômicas e quanto ao cumprimento de prazos (COELHO e NOVAES, 2008). Segundo Neves (2014, p. 39-41), os Fab Labs poderiam ser um novo sistema produtivo horizontal, colaborativo, distributivo, personalizado, com participação coletiva em espaços de domínio público e acesso ao livre conhecimento disponibilizado nas redes globais.

Batistello et al (2019, p. 9) enquadram as possibilidades dessa implementação do BIM nos seguintes estágios: (1) modelagem em software paramétrico tridimensional (ArchiCAD®, Revit®, Digital Project® e Tekla®) com ganhos na geração de documentos em uma única disciplina; (2) colaboração entre disciplinas e responsabilidades por componentes; e (3) integração baseada em redes, onde é possível executar análises complexas em estágios iniciais de projeto e construção virtual. É nesse último estágio, que o Professor Florio (2005, 2011), da Universidade Presbiteriana Mackenzie, destaca que o processo de produção de projeto com BIM deixa de ser hierárquico sequencial e centralizado (com um líder de decisões), e passa a ser colaborativo (decisões em conjunto, troca rápida de informações), aumentando a produtividade com ganho de agilidade.

Nessa questão gerencial, destaca-se a aplicação da plataforma BIM em 4D, onde é possível fazer a junção dos elementos gráficos de edificações ao planejamento para a construção, integrando assim o modelo em três dimensões de projetos ao cronograma de obras. Dessa forma, as informações geradas correspondem com a realidade do empreendimento, onde o gestor da obra pode acompanhar o avanço físico da construção e fazer o comparativo com o que foi elaborado durante o planejamento.

No sistema construtivo pré-fabricados do tipo *Engineer-To-Order* (ETO) na indústria da construção civil, foi possível alcançar maior confiabilidade na comunicação entre os responsáveis pelo controle do canteiro de obra, fabricação e montagem. Desse modo, desde sua fabricação à montagem, esse modelo vem oferecendo vantagens que os métodos tradicionais de construção não ofereciam como a redução de desperdício de insumos e o uso de peças pré-fabricadas produzidas em menos tempos e desperdício. O BIM está facilitando essa troca de informações por meio de compartilhamento fazendo a interação entre todas as pessoas envolvidas no processo de produção, planejamento e execução. O BIM 4D traz ao sistema pré-fabricado ETO maior confiança, pois há como fazer simulações em operações no canteiro de obra até a montagem das peças. Isso permite identificar com mais rapidez uma falha em um de seus processos, evitando um retrabalho futuro. Junto à produção enxuta, acredita-se em uma diminuição dos gastos, pois só é produzido o que o cliente pede com a quantidade desejada. Através de uma pesquisa empírica, observou-se que determinada empresa, que trabalha com estruturas pré-fabricadas de concreto, tinha falhas na gestão logística de montagem e na troca de informações repassadas ao canteiro de obra que resultava em atrasos em suas entregas. Por conta disso, havia inclusive a solicitação de clientes que a empresa fizesse adoção do BIM nos seus projetos. A inserção do modelo BIM 4D na empresa aconteceu através de reunião do planejamento logístico no processo de montagem, onde foi discutido sobre os equipamentos que seriam usados e organizados na obra de modo que esse fluxo estivesse de maneira mais rápida e funcional. Em outro momento, se fez o planejamento logístico dos suprimentos que foi implementando melhorias no processo de gerenciamento de cargas a partir da participação do BIM 4D com o programa *Synchro PRO*. Esse software permite exportar uma planilha de informações de materiais para a extensão Microsoft Excel, facilitando a troca de dados dos componentes. Essa padronização dos processos logísticos definiu que deveria haver um escopo contendo toda informação da obra e dos componentes da estrutura pré-fabricada. Com auxílio do software *LOD 300* mais recomendável para esses componentes, o resultado foi a melhoria na padronização nos projetos de modelagem. A gestão logística aplicada ao BIM contribui para que a construção, desde a indústria de peças pré-fabricadas ao canteiro de obra, venha a ter o processo de execução de maneira mais organizada e com bons resultados, que se faz a partir de todo o gerenciamento de informações que é compartilhada com todos os envolvidos, que podem trabalhar a longas distâncias com os mesmos arquivos, podendo ter acesso a todas essas informações no momento que estiverem precisando (BATAGLIN et al, 2018, p. 174- 189)

O estudo comparativo das tecnologias CAD e BIM sobre projeto Minha Casa Minha Vida realizado por Nunes e Leão (2018 p. 47-61) apontam algumas importantes considerações. Enquanto, na interação representacional, são utilizados dois softwares, o AutoCAD para o modo 2D e o SketchUp para a modelação 3D, no conceito BIM, é utilizada apenas a ferramenta Revit que trabalha nas duas dimensões. Como desvantagens do processo em BIM, destacam-se as falhas nos projetos de estruturas e de instalações elétricas

e hidráulicas devido à não adequação às normas brasileiras. Essa limitação no processo de produção resultou na adequação manualmente aos parâmetros brasileiros. Isso foi observado no projeto estrutural, no qual o Revit demandou mais tempo devido às incompatibilidades e adequações que vieram a ser feitas ao longo do processo. Porém, apesar de haver limitações de softwares na metodologia BIM, trata-se ainda de uma maneira melhor no desenvolvimento (modelagem) acumulado de todos os projetos nessa plataforma devido ao tempo final menor em relação ao CAD. Isso pode ser observado nos resultados que mostraram que o desenvolvimento do projeto arquitetônico completo através do Revit (BIM) foi 41% mais rápido que o AutoCAD (CAD) e o desenvolvimento de projeto com alterações chega a ser 21% mais rápidos com a modelagem BIM, em comparativo ao CAD. Já no projeto de instalações elétricas e hidráulicas, existe um melhor detalhamento comparado ao AutoCAD. Com isso, apesar de não se esgotar todos os questionamentos sobre a comparação entre os dois sistemas, observou-se uma maior eficiência durante o processo de desenvolvimento de projetos no método BIM em relação ao método CAD tradicional.

Santos e Lima (2019, p. 99-104) realizaram uma pesquisa sobre a metodologia BIM aplicada à preparação e gestão de obra junto aos acadêmicos do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Norte (UNINORTE). O trabalho consistiu em uma comparação entre 2 empresas, onde uma delas utilizou a plataforma BIM apenas em seu orçamento e a outra fez uso dos sistemas BIM para a modelagem de projetos e geração de vistas, como cortes e fachadas, onde toda a documentação foi feita de forma mais detalhada e com maior qualidade e melhor visualização. Para realizar tal investigação, os acadêmicos adotaram como partida uma revisão bibliográfica, onde foi feita a seleção de artigos científicos publicados entre os anos 2000 e 2018 e um levantamento das principais vantagens do uso da plataforma e da preparação da obra com a utilização da plataforma BIM. A partir dessa análise, foi identificado que as principais vantagens são a diminuição de erros de desenho e as facilidades nas alterações em projeto, devido à parametrização dos objetos, que permite correções automáticas de cortes e vistas; além de maior velocidade na entrega do projeto, menor custo, maior produtividade por utilizar um único modelo, maior qualidade e melhor trabalhabilidade comparado a softwares de desenho 2D. Ademais, foi identificado como uma das maiores vantagens a compatibilização dos projetos de arquitetura com os demais projetos, tais como os de instalações hidráulicas e elétricas. Isso porque o software é capaz de identificar e corrigir as interferências ainda em projeto, com testes automáticos e visualização das estruturas. Assim, embora o BIM exista há mais de vinte anos, apenas recentemente os proprietários de empresas estão conseguindo colocar em prática tais ferramentas por perceber que o projeto, a construção e a operação podem ser feitas de modo muito mais rápido e eficiente com a sua utilização.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No presente artigo foi possível analisar os diversos parâmetros da integração da tecnologia (softwares) junto ao processo de construção e elaboração de projetos, onde houve transformações significantes em relação às formas em que estes passaram a ser executados e gerenciados. Nesse contexto, se percebeu que o processo do sistema de modelagem dos projetos arquitetônicos teve uma grande evolução, tendo como pioneiro o sistema CAD, fazendo a transição entre os projetos elaborados em pranchetas e, com o aperfeiçoamento desse sistema, passando de formas simples de projeção ao formato mais avançado em 3D, que permitiu uma melhor visão dos projetos, fazendo com que a ferramenta se tornasse indispensável nos processos arquitetônicos e complementares. Já o BIM fez com que o modo construtivo funcionasse de uma maneira mais organizada, cruzando informações e fazendo com que toda uma equipe de profissionais tivesse acesso, considerando que anteriormente havia um processo mais lento de leitura das etapas construtivas propensas a erros, que demoravam muito tempo para serem reparados. A sua eficiência o destacou de forma positiva sendo importante tanto nas grandes indústrias de pré-fabricados ao canteiro de obra que se beneficiaram de forma a reduzir seu índice de prejuízo como também a otimização de tempo. A pesquisa aponta que atuando na elaboração de projeto arquitetônico o conceito BIM chega a ser 41% mais rápido em relação ao sistema CAD, sendo que em todo processo, incluídos o projeto arquitetônico e complementares, foi possível identificar que o BIM, mesmo com algumas divergências, foi 21% mais rápido que o conceito CAD. Portanto deve-se destacar a eficácia do BIM na elaboração dos projetos assim como suas demais funções relacionadas a administração da obra em si.

Para pesquisas futuras, o grupo de pesquisa “As transformações ocasionadas pelo BIM na prática e no ensino de projeto” da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará campus IEA, composto por discentes de engenharia civil e arquitetura, busca acompanhar tais transformações através da contínua revisão da literatura e a aplicação de estudos de casos com profissionais que atuam com tais tecnologias na área de projetos e gerenciamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIN, F. S.; D. D.; FORMOSO, C. T.; BULHÕES, I. R. BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto Engineer-to-order. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 173-192, jan./mar. 2018.
- BATISTELLO, Paula; BALZAN, Katiane Laura ; PIAIA, Luana Peroza ; MIOTTO, Juliano. Prototipagem rápida e fabricação digital em ateliê vertical: do processo à materialização. In: *XIX Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital 2015*, Florianópolis. 2015. p. 137.
- BATISTELLO, Paula; BALZAN, Katiane Laura; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. **BIM no ensino das competências em arquitetura e urbanismo**: transformação curricular. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, abr. 2019.
- CHING, F. D. K.; ECKLER, J. F. **Introdução à arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- COSTA, G. C. L. R.; Figueiredo, S. H.; Ribeiro, S. E. C. Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM. In: **Revista de Ensino de Engenharia**, 2015.
- COELHO, Sérgio Barbosa de Salles; NOVAES, C. C. . Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: *VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios*, 2008, São Paulo, SP. Anais do VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2008.
- HOLANDA, Max. V. P. **Do AutoCAD ao REVIT: Evolução do Desenho Técnico**, 2019. Disponível em: <<https://www.eng.com.br/artigo.cfm?id=6276&post=do-autocad-ao-revit-evolucao-do-desenho-tecnico>>. Acesso em: 13 novembro. 2019.
- FLORIO, Wilson. Modelagem Paramétrica, Criatividade e Projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 6, p. 43-66, 2011.
- \_\_\_\_\_. **O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo: FAUUSP, 2005.
- HENRIQUES, Goncalo. Responsive Systems: Foundations and Application - The importance of defining meta-systems and their methods. **Smart and Responsive Design** - Volume 1 - eCAADe 34, p. 511-520, 2016a.
- \_\_\_\_\_. **Arquitetura algorítmica: Técnicas, processos e fundamentos. Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Porto Alegre, p. 1-20, 2016b.
- LEITE, Denivaldo Pereira; MARTINS, Júlia Tenuta. Processos projetuais emergentes: A utilização de Design Digital e Prototipagem Rápida aplicados em Extensão Universitária. In: **SIGRADI 2015, FLORIANOPOLIS**. Informação do projeto para interação, 2015.
- MEDEIROS, R. O conteúdo tecnológico-construtivo no atelier de ensino de projeto: análise em duas instituições de ensino superior. **REVISTA PROJETAR - PROJETO E PERCEPÇÃO DO AMBIENTE**, v. 4, p. 25-39, 2019.
- MOREIRA, Daniel de Carvalho; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BELTRAMIN, R. M. G. DINÂMICAS QUE ENSINAM: A METODOLOGIA DE PROJETO NO ENSINO DE ARQUITETURA. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 11, p. 55, 2016.
- NEVES, H. **Maker innovation. Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento maker**. 2014. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NUNES, G.H e LEÃO M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM . Sinop, Mato Grosso, Brasil, **Revista de Engenharia Civil** 2018, No. 55, 47-61
- OMENA, Thiago Henrique; LARA, Arthur Hunold; OLIVEIRA, Claudia Terezinha De Andrade. Arquitetura algorítmica e as mudanças nos paradigmas de representação e documentação arquitetônica. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 227-246, jan./fev. 2019.
- RAFAEL, C. D. **A vida exposta nas mídias: um estudo sobre a campanha “A vida de Robson” com identificação na sociedade do espetáculo**. 2017. Monografia (Bacharel em Publicidade e Propaganda) – Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro.
- RUSCHEL, R. C.; BIZELLO, S. A. Avaliação de sistemas CAD lives. In: Kowaltowski, D. C. C. K., et al. **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- SYDNEY, J. C.; CATANESE, A. **Introdução à arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- SANTOS, M. C.; LIMA, R. D. A. BIM methodology applied to the preparation of management construction. **ITEGAM-JETIA**. Vol. 05, Nº 18, pp 99-104. June, 2019.
- VASCONSELOS, TÁSSIA BORGES DE; SPERLING, David Moreno. Entre representações, parâmetros e algoritmos: um panorama do ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital na América Latina. In: **XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital**, 2016, Buenos Aires. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher. p. 94-804.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à oportunidade do I Congresso Araguaense de Ciências Exata, Tecnológica e Social Aplicada (I CONARA), realizado pelo IEA/Unifesspa, graças ao financiamento da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará – FAPESPA.