

A transformação no projetar e na tomada de decisão com o uso do BIM**Transformation in designing and decision making with the use of BIM**

DOI:10.34117/bjdv6n7-559

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 22/07/2020

Meriellen Nuvolari Pereira Mizutani

Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil,

E-mail: merinuvolari@gmail.com

Thiago da Silva Ventura

Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil,

E-mail: sventurathiago@gmail.com

Juliana Suellen Pereira Lora

Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil,

E-mail: julianasuellen.lora@gmail.com

Camila Alves Miranda

Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil,

E-mail: miranda.camila.cam@gmail.com

Diego de Melo Conti

Pontifícia Universidade Católica de Campinas - Centro de Economia e Administração, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, São Paulo, SP, Brasil,

E-mail: diego.conti@puc-campinas.edu.br

RESUMO

Este artigo trabalha o conceito e uso do BIM (*Building Information Modeling*), uma nova abordagem metodológica para processos de desenvolvimento do ambiente construído, abrangendo projeto, construção, gerenciamento e manutenção de edificações e infraestrutura e sua tomada de decisão. O surgimento da ferramenta BIM tem mais de trinta anos, contudo no Brasil vem sendo divulgado com maior abrangência apenas nos últimos dez anos. São perceptíveis as vantagens no emprego do BIM no processo projetual dos edifícios, com a melhoria na eficiência e agilidade na elaboração dos projetos, bem como na qualidade ambiental deles. A ferramenta BIM permite dentro de uma de suas etapas, a 6D, a análise da sustentabilidade do edifício em relação ao seu entorno, com o estudo da eficiência energética, térmica e da composição e uso dos materiais empregados. O objetivo deste artigo é discutir a partir de um ensaio teórico o uso do BIM na elaboração dos projetos, principalmente em relação ao estudo do ciclo de vida do edifício e uma concepção mais sustentável em sua elaboração. Fundamenta-se metodologicamente em um ensaio teórico da análise documental baseada no método de pesquisa qualitativa. Observou-se um crescimento no emprego da ferramenta BIM, porém insipiente em relação ao 6D devido à falta de informação e formação. A ferramenta apresenta a possibilidade de uma sincronia e evolução grande com relação a melhoria e assertividade na elaboração de projetos ambientalmente melhores.

Palavras-Chave: *Building Information Modeling* (BIM), Ciclo de Vida, Edifício Sustentável, Modelagem da Informação da Construção.

ABSTRACT

This paper discusses the concept and use of Building Information Modeling (BIM), a new methodological approach to building environment development processes, covering the design, construction, management and maintenance of buildings and infrastructure and their decision making. The emergence of the BIM tool is more than thirty years old, however in Brazil it has been widely spread only in the last ten years. The advantages of using BIM in the design process of buildings are noticeable, with the improvement of efficiency and agility in project design, as well as their environmental quality. The BIM tool allows, within one of its stages, 6D, the analysis of the building's sustainability in relation to its surroundings, by studying the energy, thermal efficiency and the composition and use of the materials employed. The aim of this article is to discuss from a theoretical essay the use of BIM in the elaboration of the projects, mainly in relation to the study of the building life cycle and a more sustainable conception in its elaboration. It is methodologically based on a theoretical essay on documentary analysis based on the qualitative research method. There was a growth in the use of the BIM tool, however incipient compared to 6D due to the lack of information and training. The tool presents the possibility of a great synchronization and evolution regarding the improvement and assertiveness in the elaboration of environmentally better projects.

Keywords: *Building Information Modeling (BIM), Life Cycle, Sustainable Building, Building Information Modeling.*

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia e seu avanço trazem uma série de benefícios para a evolução e agilidade das empresas. Nesse sentido, novos softwares possibilitam a agregação de informações para diversas finalidades de uma equipe de desenvolvimento de projeto, aumentando a produtividade no modelo digital em seu banco de dados, através das tecnologias presente no BIM (*Building Information Modeling*), que na língua portuguesa foi traduzido segundo Mattana e Librelotto (2018) para Modelagem da Informação da Construção, proporcionando a redução de tempo e custo de uma obra.

Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2008, p.13) afirmam que o BIM é “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”. A *National BIM Standard (NBIMS, 2016)* traz como definição a representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Essa reprodução de informação pode ser compartilhada por todo o ciclo de vida de um empreendimento, e pode representar diversos conceitos dependendo do contexto utilizado, desde o gerenciamento da informação para um projeto, o processo interoperável para os participantes do projeto, ou a integração e colaboração para uma equipe de projetos (MATTANA; LIBRELOTTO, 2018).

A tecnologia presente no CAD (*Computer Aided Design*), ferramenta muito difundida entre os projetistas brasileiros, traz uma geometria bidimensional e tridimensional (2D e 3D) o que implica em diversas modificações manuais, já no sistema BIM, que são modelos paramétricos, permite alterações dinâmicas no modelo gráfico, ajustando suas propriedades com: tabelas, orçamentos, especificações e os desenhos associados, permitindo assim uma evolução de projetar e gerenciar,

associando a geometria do desenho, propriedades não geométricas a este projeto (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

O trajeto do projeto para Andrade e Ruschel (2009) requer várias etapas e distintos profissionais que trocam informações entre si, e utilizar da interoperabilidade, que nada mais é a aplicabilidade de um sistema de dialogar de forma transparente com o outro, e a plataforma do sistema BIM tem a função de transmitir as informações claras para vários tipos de aplicativos computacionais diferenciados, visando o processo do ciclo de vida da construção. Além do mais, modelos de construção baseados em objetos paramétricos possibilitam a extração de relatórios, checagem de inconsistências das relações entre objetos e a incorporação dos conhecimentos do projeto. A interoperabilidade é uma condição para o desenvolvimento de uma prática integrada, que por meio desta prática integrada, é possível uma integração da informação entre aplicativos computacionais, utilizados por diferentes profissionais de projeto (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

A ferramenta BIM tem uma grande importância para a evolução e melhoria na AEC (Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção), desta forma, em 17 de maio de 2018, foi sancionado o Decreto Federal nº 9.377, que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* (DECRETO 9377, 2018).

Parágrafo único: Para os fins do disposto neste Decreto, entende-se o BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção. (Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018).

Este decreto fomenta e difunde o BIM e seus benefícios em todo país, estruturando o setor público para adoção do BIM em seus projetos e obras, bem como obriga a criação de uma biblioteca nacional com imagens e recursos BIM para acesso livre. Foi formado junto a este decreto o Comitê Gestor de Estratégia BIM, composto por representantes dos Ministérios da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; da Defesa; Transportes, Portos e Aviação Civil; Saúde; Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; Cidades e a Secretaria Geral da Presidência da República (DECRETO 9377, 2018).

Em relação a sustentabilidade das edificações para Gomes e Barros (2018) é necessário vencer uma barreira com os projetistas quanto o desconhecimento em relação ao desempenho ambiental, para que estes sejam incorporados no processo de armazenagem de dados nas etapas iniciais do projeto da ferramenta BIM, facilitando os testes e propostas de alterações na modelagem, até encontrar um desempenho satisfatório ambientalmente.

As discussões globais com relação a degradação ambiental, e principalmente a contribuição das construções em relação a esta degradação com as emissões de CO₂ por exemplo tanto da extração das matérias primas, transporte e logística, se discute cada vez mais, e uma das formas de mensurar o desempenho ambiental das edificações é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), englobando as etapas da extração da matéria-prima, produção, transporte, utilização, manutenção e destinação final do material empregado. Diversos trabalhos relacionados a este estudo focam em sua maioria no consumo de energia e emissões de CO₂, a influência das fachadas quanto o desempenho térmico e energético da edificação (CALDAS; NASCIMENTO; CARVALHO; SPOSTO, 2015).

Este artigo tem, portanto, o objetivo de explorar como a ferramenta BIM pode auxiliar no desenvolvimento de construções mais sustentáveis. A questão que norteia este artigo: **Como a ferramenta BIM pode auxiliar em uma construção mais sustentável de um edifício?**

Para o atingimento do objetivo proposto, considerando um viés teórico e conceitual deste artigo, foi realizado uma análise documental baseada no método de pesquisa qualitativa e um estudo exploratório de artigos já publicados relacionados ao assunto.

2 A FERRAMENTA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A plataforma BIM é uma tecnologia utilizada na AEC, compatibilizando as informações durante todo o ciclo de vida de um edifício, surgindo como uma filosofia de trabalho segundo Miranda e Savi (2019), permitindo a incorporação entre as diversas áreas que contém um projeto e assim aumentando seu ciclo de vida. Já para Souza, Amorim e Lyrio (2009) o BIM surge como uma modelagem que inclui todos os métodos da construção de um produto, dessa forma, ambos trabalham com o conceito de que este é um instrumento de integração ao ciclo total de vida de um projeto ou produto.

Florio (2007) defende a interação entre as diferentes vertentes que um projeto necessita para sua concepção, onde o BIM torna-se um banco de dados que, além de exibir a geometria dos elementos construtivos no formato 3D, armazena suas características e as converte em outros modelos como o tradicional programa de projetos utilizado por arquitetos o AutoCAD. Para Santos, Sales, Mendonça, Trindade e Alves (2017) o BIM pode ser definido como um sistema inteligente, que possibilita a criação de um projeto a partir do seu modelo parametrizado, assim, se pode visualizar a volumetria, quantificar e qualificar materiais, estipular gastos, analisar e ajustar o conforto ambiental, além de facilitar a interação dos diferentes profissionais que integram o processo projetual.

A utilização da plataforma BIM possibilita a localização de irregularidades na concepção do projeto, evitando gastos e atrasos na construção de forma desnecessária, tornando tanto o projeto, bem como sua construção mais sustentável. (BARRETO, SANCHES, ALMEIDA e RIBEIRO, 2016). A

possibilidade de simulações realistas que a plataforma oferece, é um grande recurso que auxilia na melhor tomada de decisões durante as fases de elaboração e execução do projeto (MIRANDA e SAVI, 2019).

Pode-se dizer que a plataforma BIM é dividida em dimensões indo do 3D ao 7D e entre os maiores benefícios gerados pelo seu uso estão a prontidão do compartilhamento de informação, melhor design, simulações 4D e 5D facilmente produzidas e com precisão, melhor controle dos custos da construção, controle na elaboração e execução, antecipação do desempenho ambiental, documentação automatizada e melhor atendimento das demandas dos clientes devido à precisa visualização do projeto (BARRETO et al, 2016). Florio (2007) ressalta que a concepção desse tipo de modelagem oferece uma visualização mais completa do projeto como um todo, pode-se, obter simulações de esforços estruturais, circulação do ar dentro do ambiente, análise de sistema acústico e distribuição do som. Desta forma, a modelagem utilizada nas simulações de comportamento e análise visual dos dados técnicos servem para realçar o entendimento da complexidade da tarefa projetual, o aumento considerável da eficiência do edifício, tanto energética, como térmica.

Ainda sobre as definições e facilidades do uso do BIM dentro do desenvolvimento de um projeto, podemos exemplificar o que cada dimensão da ferramenta proporciona como: o 3D é utilizado para a representação da forma, apresentação do projeto; o 4D é a coordenação do tempo gasto no projeto, a interação entre as diferentes etapas e o cronograma da obra; o 5D apresenta o orçamento necessário para a construção do edifício; o 6D tem como foco a utilização consciente de consumo de energia, isolamento térmico e acústico, utilização de luz natural e os materiais sustentáveis na construção; e por último o 7D que armazena as informações técnicas referente ao projeto, como, prazos de garantia, especificações, manuais, planos de manutenção e substituição de peças e equipamentos (MIRANDA e SAVI, 2019).

Devido as inúmeras características positivas apresentadas, é inegável afirmar que a disseminação da plataforma BIM é vantajosa, Barreto *et al.* (2016) destaca ainda como vantagens aos profissionais a facilidade de alterações dentro do projeto, onde a modificação na planta baixa é automaticamente alterada nos cortes e elevações e a interação entre as disciplinas envolvidas no processo, facilitando o planejamento da obra, devido ao alto grau de detalhamento proporcionado e a redução da margem de erro e sua assertividade na elaboração dos quantitativos para a obra, além é claro de uma melhor visualização de incompatibilidades e interferências entre os espaços e especificidades projetuais, e por consequência de todos esses benefícios, a economia de tempo e recursos.

Mas ao contrário dos outros países, o BIM ainda é pouco difundido no Brasil, segundo Checcucci, Pereira e Amorim (2013), devido as características da cadeia produtiva brasileira com um

grande número de empresas de pequeno porte, da baixa qualificação da mão de obra, a ausência de regulamentação governamental e pouca pressão competitiva, onde o número de empresas que utilizam da tecnologia, ou mesmo o ensino nas universidades é inferior comparado aos países europeus e os EUA. E quando se é utilizado o BIM no Brasil, ainda não atingi seus benefícios e potencialidades máximas devido à baixa capacitação dos profissionais brasileiros. O ensino da plataforma BIM deve ser implantado com mais propriedade nas universidades, pois, o método possibilita um aprendizado integrador, onde os elementos construtivos vão sendo gradualmente definidos em três dimensões, permitindo ao aluno modelar as estruturas juntamente com as relações espaciais, as infraestruturas hidráulicas e elétricas dentro do processo criativo e construtivo (FLORIO, 2007; BARRETO *et al*, 2016).

Para Souza, Amorim e Lyrio (2009) as universidades tem um papel preliminar da inovação tecnológica, e não deve ficar inerte diante da revolução que se evidencia com tais tecnologias, devendo contribuir de forma ativa na formação de profissionais aptos para o mercado de trabalho, porem além da questão da capacitação profissional, o alto custo dos softwares e hardwares é um empecilho para a adoção da plataforma em larga escala (BARRETO, *et al*, 2016). Em contrapartida Miranda e Salvi (2019) apresenta que das empresas que adotaram o BIM como ferramenta projetual, 55% identificaram lucros após sua implantação, e 47% identificaram que o retorno financeiro foi obtido entre seis meses a um ano de utilização.

Com a criação do Comitê Estratégico de disseminação do BIM, através do Decreto Federal nº 9377, segundo Inbec (2018) a meta é expandir em 10 vezes o uso da ferramenta, atingindo um aumento de 50% do PIB da Construção Civil até 2024. Conforme pesquisas da Fundação Getúlio Vargas, apenas 9,2% das empresas do setor da AEC utilizam o BIM em suas rotinas de trabalho, correspondendo 5% do PIB do setor da construção. Com essas ações a expectativa da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) é que haja uma redução de 20% nos custos de construção (INBEC, 2018).

Estudos de Jacoski e Jacoski (2014), apresentam que o uso da tecnologia da informação agiliza o andamento das obras, propiciando uma melhor qualidade e confiabilidade aos projetos e as tomadas de decisão. Os autores apontam ainda que as empresas utilizam os computadores e suas ferramentas de forma isolada, onde em sua grande maioria não dispõem de uma integração gerencial, ou seja “[...] as tecnologias existem, mas ainda não foram incorporadas pelas empresas [...]”.

O artigo em questão, foca na dimensão 6D da plataforma BIM, avaliando a performance sustentável dentro do projeto, que para Yung e Wang (2014) a avaliação da sustentabilidade de um edifício abarca as fases do ciclo de vida da construção, desde sua produção, construção, operação e

manutenção, avaliando assim não somente a modelagem em si do edifício, e sim a eficiência sustentável do empreendimento.

3 O USO DO BIM COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE

As modernas tecnologias construtivas associadas as novidades tecnológicas projetuais cooperam para a melhoria do ambiente construído quanto a eficiência energética, desempenho térmico e impactos ambientais. Com isso a especificação dos materiais construtivos e as definições de projetos afetam diretamente no consumo dos recursos naturais de energia (MARCOS; YOSHIOKA, 2015).

A exploração do BIM, das linguagens de comunicação e das ferramentas capazes de abordar questões múltiplas de informação do projeto, permitem uma melhor articulação entre as questões de acessibilidade, sustentabilidade, eficiência energética, custeio, acústica, térmica, etc. (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Segundo Gomes e Barros (2018) a produção das edificações, impactam em mais de 40% do consumo de energia e 30% das emissões de gases de efeito estufa, portanto a construção civil cada vez mais necessita pensar desde a fase de projeto quanto aos impactos ambientais causados pelos edifícios construídos, desde o consumo de energia, o desempenho térmico, o meio de fabricação, manutenção e consumo dos materiais de construção empregados, e com o uso do BIM é possível através da modelagem prever e simular todos estes impactos, projetando uma construção muito mais enxuta e ambientalmente conscientes em relação sua inserção no espaço. Segundo estudos feitos pelo CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável) junto ao PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) é necessário a criação de um banco de dados público, com as informações dos materiais e fabricantes, bem como ferramentas de simulação energética, bem como fontes alternativas de uso da água (MARCOS; YOSHIOKA, 2015).

O setor da Construção Civil segundo Agopyan e John (2011) tem um papel fundamental para a redução dos impactos ambientais, refletindo em todas as atividades e ciclo de vida de um projeto, bem como o pós ocupação também, e com a aplicação da ferramenta BIM é possível mensurar os impactos ambientais com os as modelagens virtuais, que tem como vantagens muito mais que a criação de maquetes eletrônicas e aceleração dos processos projetuais, a visualização tridimensional permite analisar as inadequações e inconsistências imediatamente, auxiliando assim o processo de tomada de decisão de forma mais intuitiva e rápida.

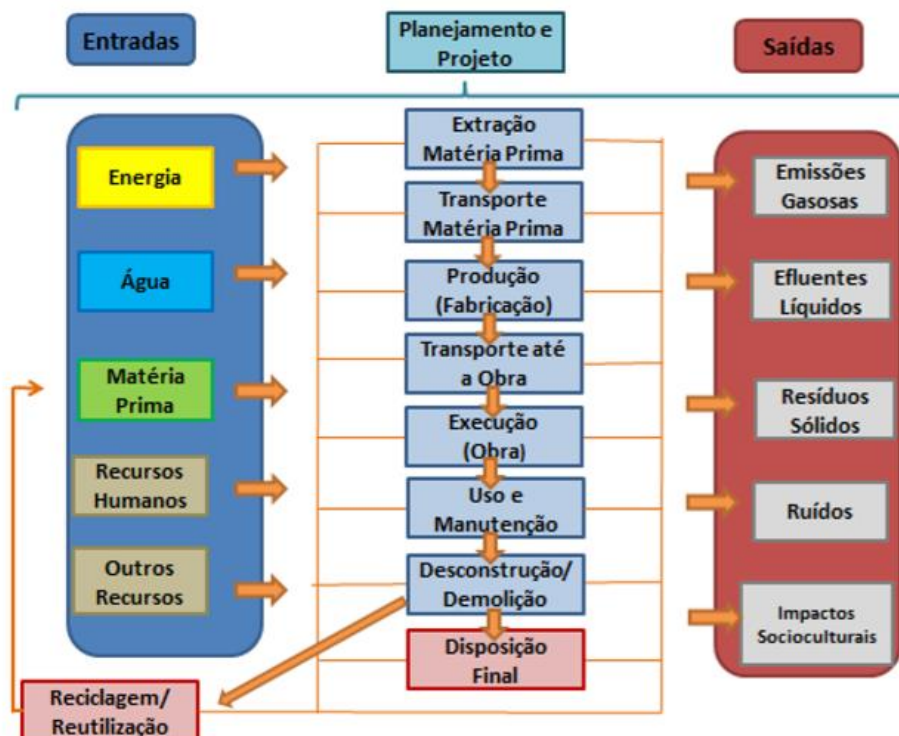
Após o elemento ser desenhado dentro do programa, por exemplo uma parede, em seguida aplica-se quais materiais e acabamentos serão empregados para a construção daquela parede, e com a base de dados alimentada dentro do BIM, é possível associar imediatamente inúmeros parâmetros,

desde carbono incorporado em quilos, gastos energéticos, gerando lista de resultados e permitindo ao arquiteto, atenuar possíveis problemas ambientais anterior ao início da obra, a partir do projeto, auxiliando em uma melhor escolha de qual sistema construtivo ou acabamento incluir dentro do projeto, permitindo a redução no consumo de material, dos resíduos aumentando o ciclo de vida do edifício (MARCOS; YOSHIOKA, 2015).

Porem segundo Gomes e Barros (2018), existe uma dificuldade grande na implementação das ferramentas mais avançadas do BIM, devido aos valores caros das alterações e com grande complexidade de implantação, reduzindo assim os benefícios conceituais do processo do projeto, que é o compartilhamento de informações multidisciplinares, e a rápida análise dos impactos ambientais relevantes.

O estudo do ciclo de vida dentro da AEC é utilizado segundo Caldas *et al* (2015) para a avaliação do melhor desempenho ambiental dos diversos produtos e processos, utilizando a etapa 6D da ferramenta BIM para avaliar as entradas de energia, água, matéria prima, recursos, o processo de concepção e planejamento do projeto, e os produtos gerados em consequência que são as emissões gasosas, efluentes líquidos, resíduos sólidos, ruídos, e pôr fim a reutilização e reciclagem, retornando assim a ciclo inicial de entrada, conforme Figura 1.

Figura 1 – Etapa da Avaliação do Ciclo de Vida dentro do setor de Edificações



Fonte: CALDAS; NASCIMENTO; CARVALHO; SPOSTO, 2015)

Espera-se, portanto, que cada vez mais, os aspectos ambientais ganhem peso dentro dos processos decisórios, principalmente com relação a escolha dos materiais empregados dentro da edificação. Segundo Caldas *et al* (2015), muitas vezes as soluções empregadas com um custo mais em conta a curto prazo, a médio e longo prazo podem indicar altos custos de manutenção e da distribuição dos resíduos gerados ao final de sua vida útil.

Das ferramentas computacionais que interagem a etapa 6D do BIM, temos segundo Kulahcioglu, Dang e Toklu (2012) BEES, *OpenLCA*, GaBi, SimaPro, Athena, *Impact Estimator*, *Autodesk EcoTect*, *Energy Plus*, inserindo os dados no sistema relacionados aos materiais sustentáveis em uma primeira etapa. Após essa inserção é gerada o projeto em 3D da edificação, já utilizando os dados inseridos dos materiais. Com o modelo tridimensional em mãos, deve-se transferir para os *softwares* ambientais garantindo a interoperabilidade entre os sistemas. Ao final de todo processo, obtêm-se um projeto de uma edificação sustentável, estimando segundo Caldas *et al* (2015) os impactos ambientais de forma mais precisa, analisando as emissões dos gases, consumo de energia, de água, entre outros.

A partir dos resultados gerados, é possível verificar se o projeto atende os requisitos ambientais pré-determinados, e caso não seja a contento, é necessário retornar ao desenvolvimento do projeto. Os requisitos ambientais são baseados nas políticas e legislações ambientais de cada localidade, as certificações ambientais como LEED e AQUA, e estes dados podem ser lançados dentro das ferramentas computacionais, a fim de padronizar e agilizar o processo de análise.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A maior dificuldade no desafio para uma implementação eficiente das ferramentas BIM nos país é sem sombra de dúvida a ausência de mão de obra diretamente especializada, forte inércia à mudança de ferramentas mais antigas para ferramentas mais modernas por parte dos profissionais, mudando assim a maneira de se projetar, e a emergente necessidade de investimentos com equipamentos e treinamentos de profissionais projetistas das mais diversas áreas utilizando da ferramenta sistêmica, de acordo com Miranda e Savi (2019), isso porque ferramentas CAD são agentes de uma revolução em todos os setores da arquitetura e da construção civil.

Nos sistemas baseados em tecnologia como as de BIM, as características dos objetos são caracteristicamente denominadas pela outorga de revestimento e dimensão do desenho, assim a modelagem dos projetos e dos desenhos todas as informações ficam armazenadas em banco de dados, sendo possível o acesso por todos os usuários envolvidos de forma direta ou indiretamente no processo, independentemente da distância que estes estejam entre si, isso desde a concepção do projeto até sua conclusão, essa função é o maior potencial da tecnologia, claramente reconhecido para

aumentar a qualidade de produtos projetos pela tecnologia BIM (COSTA, FIGUEIREDO e RIBEIRO, 2015).

A implementação dessas ferramentas de software como meio de substituição ao clássico método de desenho com papel e lápis, tradicionalmente utilizados para criação e desenvolvimentos de projetos arquitetônicos está trazendo uma nova metodologia muito mais dinamizada com maior performance e eficiência na criação de projetos, reduzindo em muito, o tempo de dedicação no desenho arquitetônico e gerando uma maior facilidade quando se é necessário realizar modificações, sejam elas superficiais ou profundas, em todas as partes do projeto civil e arquitetônico (SANTOS *et al*, 2017).

Entretanto, mesmo sendo uma ferramenta de projeto ainda pouco utilizada por profissionais de arquitetura, design e engenharia, instituições e profissionais que implementaram o BIM em suas obras de arquitetura e engenharia observaram uma redução de 22% referente a custos de construção, 38% referente a reclamações após a entrega do projeto, 33% no tempo total entre projeto e construção, 33% nos erros ocorridos em documentação, e 44% referente a retrabalho (SOUZA *et al*, 2009).

A multiforme capacidade de criar simulações do mundo real que o sistema de tecnologia BIM proporciona é um recurso assertivo segundo Stowe, Zhang, Teizer e M.asce (2014) no ato da tomada de decisões projetuais e durante cada fase de planejamento e execução de um projeto. Isso porque o BIM apresenta um grande potencial na otimização em todo do planejamento da obra, acarretando impactos muito positivos no tempo e na qualidade em cada projeto, e também positivamente na produtividade de cada profissional e instituição que utilizam a ferramenta (MIRANDA e SAVI, 2019).

A implantação de novas tecnologias baseadas em BIM no Brasil, implicam na necessidade de uma reestruturação por intermédio da reorganização processual de uma nova forma de organizar e também inovar no modo de pensar o processo de concepção e de projeto de um ponto de vista plenamente integrado, e as experiências internacionais só confirmam está forte influência quanto a implementação em massa da tecnologia BIM, potencializando o desenvolvimento de projetos da indústria AEC, melhorando e aumentando toda a sua produtividade, (SOUZA *et al*, 2009).

É necessário uma melhor formação dos profissionais em Engenharia Civil, Design e Arquitetura e Urbanismo com a utilização da plataforma tecnológica BIM, sendo emergente a implementação de uma estratégia pedagógica que amplie a desempenho de integrar todos os conhecimentos da aplicação desta ferramenta de acordo com as necessidades do ensino de desenho e projeto, seja na Engenharia Civil, na Arquitetura e Urbanismo ou em outras áreas relacionadas, ou seja, em todos os âmbitos: Estruturais Infraestruturais Arquitetônicos e de áreas pertinentes (STOWE; *et al*, 2014).

5 CONCLUSÃO

Ao considerar a evolução que o processo de projeto teve em décadas anteriores com a chegada de aplicativos computadorizados de desenho, atualmente pode-se acompanhar uma transformação de tamanho similar. A existência de projetos com base em modelagem BIM, parece propiciar um avanço para a constituição prospectiva do edifício, pois as ferramentas tridimensionais, aliadas à representação gráfica dotada de informações técnicas de todos os elementos, irá gerar não somente um ganho de produtividade, mas também de qualidade na construção. No presente estudo de caso, pode-se constatar esta transformação no processo de projetar, utilizando a tecnologia BIM de forma a agregar uma melhor análise para tomada de decisão quanto a escolha de quais materiais utilizar no momento de criação.

A ferramenta possibilita a redução do tempo tanto na elaboração do projeto, bem como na compra dos materiais, auxilia em uma melhor orçamentação, possibilita uma análise prévia dos impactos ambientais que tais materiais podem ter em relação ao espaço. Portanto, o uso da modelagem BIM, além de outras vantagens já apontadas neste artigo, poderá constituir-se em um apoio fundamental aos profissionais engenheiros e arquitetos para qualificação dos projetos de edificações.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.L.V. X.; RUSCHEL, R.C. BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: Portal de Eventos IAU USP, SBQP 2009 - **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**. 2009. Disponível em: <https://www.iau.usp.br/ocs/index.php/SBQP2009/SBQP2009/paper/viewFile/166/111>, acesso em agosto de 2019.

AGOPYAN, G.; JOHN, V. **O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. Editora: Blucher. Volume 5. São Paulo, 2011.

BARRETO, B. V.; SANCHES, J. L. G; ALMEIDA, T. L. G; RIBEIRO, S. E. C (2016) O Bim no Cenário de Arquitetura e Construção Civil Brasileiro. **Construindo**, v.8, n.2, julho/dezembro de 2016. Disponível em: < <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4811/2442> >, acesso em julho de 2019.

CALDAS, L.R.; NASCIMENTO, M.L.M.; CARVALHO, M.T.M.; SPOSTO, R.M. Diagnóstico da produção científica relacionada à aplicação do BIM à metodologia de avaliação do ciclo de vida (ACV). **XXXVI CILAMCE Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering**. Rio de Janeiro, nov. 2015.

CHECCUCCI, É. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no BRASIL – TIC 2011. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan.-jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v8i1.232>

COSTA, G. C. L. R.; FIGUEIREDO, S.H.; RIBEIRO, S.E.C. Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 2, p. 11-18, 2015.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285626988_Estudo_Comparativo_da_Tecnologia_CAD_com_a_Tecnologia_BIM, acesso em julho de 2019.

DECRETO 9377. **Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018**, que Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União - Seção 1. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html>, acesso em agosto de 2019.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**. A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley and Sons, 2008.

FLORIO, W. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em Arquitetura. In: **Anais do III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil**. Porto Alegre. Julho de 2007. Disponível em: <http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1106.pdf>, acesso em julho de 2019.

GOMES, V.; BARROS, N. N. Contribuição da modelagem BIM para facilitar o processo de ACV de edificações completas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 19-34, 2018. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i2.142139>

INBEC. **Uso do BIM será obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras**, publicado em 18 de dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras>, acesso em agosto de 2019.

JACOSKI, C. A.; JACOSKI, S. F. Contribuição da modelagem BIM para projetos complexos - um estudo com projetos de parques tecnológicos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.69567>.

KULAHCIOGLU, T.; DANG, Jb.; TOKLU, C. A 3D analyzer for BIM-enabled Life Cycle Assessment of the whole process of construction. **HVAC&R Research**. 2012. V. 18. p. 283-293.

MARCOS, M.; YOSHIOKA, E. Uso de ferramenta BIM para auxiliar na escolha do sistema construtivo que gera menor impacto ambiental In: **VII Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Estratégias para ensino de orçamentação com adoção de BIM em ambiente acadêmico. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v.13, n.3, p.97-118, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i3.139505>.

MIRANDA, R.D.; SALVI, L. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, a. 4, v. 7, ed. 5, pp. 79-98, maio de 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/tecnologia-bim>, acesso em julho de 2019.

NBIMS. **National BIM Standard - United States**. Washington, 2016. Disponível em: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>, acesso em agosto de 2019.

SANTOS, R. F.; SALES, V.P.; MENDONÇA, C.H.C.O.; TRINDADE, T.S.; ALVES, I.A. Estudo da Modelagem do Software Revit com Foco nas Inovações da Tecnologia Bim. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. a. 2, v. 5, ed. 9, pp. 30-50, dezembro de 2017. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/software-revit>, acesso em julho de 2019.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S.R.L.; LYRIO, A.M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário, v. 4, n 2, novembro 2009. Doi 10.4237/gtp.v4i2.100. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50958/55043>, acesso em julho de 2019.

STOWE, K.; ZHANG, S.; TEIZER, J.; M.ASCE, E.J.J. Capturing the Return on Investment of All-In Building Information Modeling: Structured Approach. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**. 2014. DOI: 10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000221.

YUNG, P.; WANG, X. A 6D CAD model for the automatic assessment of building sustainability. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, v. 11, n. 1, p. 1–8, 2014.