

## **Tecnologia da Informação BIM como auxílio no processo de projeto de Arquitetura Sustentável**

### *Information Technology BIM as an aid to the Sustainable Architecture design process*

**Juliana Christiny Mello da Silva, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo da  
Universidade Estácio de Sá. Membro do Grupo de Pesquisa Gestão de Projetos e  
Sustentabilidade (GPS). Niterói/RJ, Brasil.**

E-mail:juliana\_christiny@hotmail.com

**Paula de Castro Brasil, Pós-doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela  
Universidade Federal Fluminense (UFF). Docente dos cursos de Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo e Engenharia da UNILASALLE e Estácio (UNESA).  
Coordena a graduação em Arquitetura e Urbanismo do UNILASALLE-RJ e o Grupo  
de Pesquisa Gestão de Projetos e Sustentabilidade. Niterói/RJ, Brasil.**

E-mail:paulabrasill@gmail.com

### **Resumo**

Projetar arquiteturas mais sustentáveis deve ser visto como essencial pelos profissionais da área de arquitetura e construção civil. O presente estudo tem como objetivo examinar as contribuições do *Building Information Modeling* (BIM) no desenvolvimento dos projetos de arquitetura sustentável. Para isso, através de leituras de textos referentes ao tema, foram analisadas como as ferramentas BIM podem auxiliar o processo de projeto sustentável. O BIM é constituído por um protótipo da edificação formado por um banco de dados que facilitam a disseminação de informações no processo colaborativo, no qual existe a necessidade de coparticipação dos profissionais nas decisões projetuais. Diante das análises, foi possível perceber que a parametrização da plataforma BIM possibilita aos arquitetos a experimentação, pois a atualização dos documentos ocorre de maneira instantânea após cada alteração realizada. Além disso, a modelagem 3D possibilita executar simulações, que contribuem na seleção de técnicas construtivas e intervenções de conforto ambiental. E viabiliza adotar estratégias mais sustentáveis, adequando a construção com as características regionais e climáticas.

**Palavras-chave:** Arquitetura Sustentável1; BIM 2; Processo de Projeto 3

## **Abstract**

*Design more sustainable architectures to be seen as essential by professionals in the area of architecture and civil construction. The construction information model (BIM) does not develop sustainable architecture projects. For this, through texts referring to the theme, were analyzed how BIM tools can help the sustainable design process. The BIM consists of a prototype of the building formed by a database that facilitates the dissemination of information without a collaborative process, there is no need for co-participation of professionals in projects. Before the analysis, it was possible to realize that a parameterization of the BIM platform enables the architects to experiment, since the updating of the documents occurred instantaneously after each change. In addition, 3D modeling makes it possible to perform simulations, which contribute to the selection of constructive techniques and environmental comfort interventions. And it makes possible to adopt the strategy more sustainable, adapting a construction with as regional and climatic.*

**Keywords:** *BIM1; Design Process 2; Sustainable Architecture 3*

## **1. Introdução**

A arquitetura desde seus primórdios possui a função de abrigar o ser humano, sendo este o motivo primário pelo qual ela foi criada. As demandas do projeto de arquitetura são diversas, o que requer que o arquiteto conjugue aspectos plásticos, racionais, lógicos e intuitivos em um mesmo exemplar, objetivando sempre uma arquitetura funcional a fim de atender as necessidades para qual é elaborada.

O projeto sustentável e a estética não são opostos e devem, de fato, ser considerados complementares, porque a plástica arquitetônica pode e deve ser inerente à definição e aliada aos princípios da sustentabilidade. É fundamental que as estratégias de *design* sustentável sejam aplicadas à estética, no qual o projeto sustentável pode criar abordagens mais racionais combinando avanços tecnológicos dos materiais e elementos sustentáveis com a plástica, integrando-os em busca de uma composição harmônica.

Discussões a respeito da sustentabilidade têm se intensificado nos últimos anos devidos aos impactos ambientais e suas consequências para o meio ambiente. Sendo necessário abordar a questão de forma cautelosa, com objetivo de despertar a sociedade quanto à realidade ambiental, a fim de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente.

Assim, é eminente a necessidade de que os arquitetos e profissionais da construção civil busquem compreender e integrar a sustentabilidade como premissa de projeto, com o objetivo de atender as necessidades ambientais vigentes, criando espaços e edificações nos quais a gestão da concepção formal, cadeia produtiva, toda sua vida útil e pós-ocupação visem a redução dos impactos ambientais. Desta maneira, para auxiliar o processo de projeto, a fim de alcançar arquiteturas mais sustentáveis, será apresentada e analisada a as ferramentas do *Building Information Modeling* (BIM) tendo como objetivo a reflexão da plataforma como auxílio ao processo de projeto arquitetônico.

## 2. Arquitetura Sustentável

“A história da arquitetura documenta a engenhosidade da humanidade, seu senso de harmonia e seus valores. É uma profunda reflexão das complexas motivações de indivíduos e sociedade” (ROGERS, 2015). Ao longo dos anos novas necessidades vão sendo empregadas ao projeto de arquitetura, a fim de atender os anseios da sociedade. No cenário atual algo que tem fomentado e gerado debates em todas as instancias é a relação da natureza com a sociedade. Impactos ambientais e a degradação do meio ambiente demonstram a necessidade de se repensar à arquitetura em prol de um desenvolvimento consciente.

O desenvolvimento sustentável é conceituado como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Assim o planejamento e execução de uma arquitetura sustentável devem priorizar mecanismos que racionalizem o processo diminuindo os impactos sobre a natureza.

A construção civil tem contribuído para a degradação do meio ambiente devido a diversos fatores, tais como: o alto consumo de recursos naturais; o grande volume de resíduos gerados da construção (que, muitas vezes, são depositados em locais inadequados); a seleção de materiais; a falta de gestão de recursos; os impactos sonoros dos canteiros entre outros aspectos (BRASIL, 2014).

Os desafios para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos mais sustentáveis iniciam-se na organização do grupo de profissionais que o produzirá, sendo um dos principais obstáculos à articulação da comunicação entre todos os agentes envolvidos. Outro fator imprescindível é a organização dos documentos e informações projetuais. Pois a gestão inadequada dos dados e informações pode acarretar a ocorrência de erros na construção da edificação, que podem causar desperdícios de verbas, tempo, materiais, gerar maior produção de lixo e poluição que irá agredir ao meio ambiente.

Considerado fundamental para a qualidade do empreendimento, o conforto térmico, lumínico e sonoro podem influenciar negativamente um projeto quando não são tratados de maneira adequada, tornando necessário adotar medidas ativas de condicionamento, ventilação, iluminação entre outros, o que eleva o percentual de energia elétrica utilizada na residência.

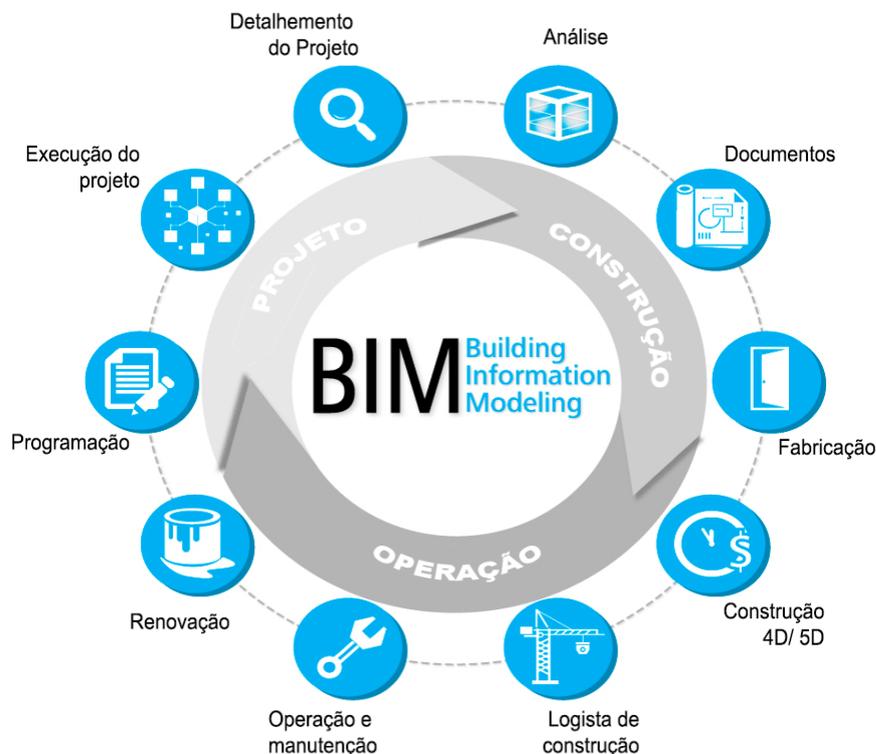
Diante dos impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil, há a necessidade de melhorar a gestão do processo de projeto. Em função disso, o presente estudo tem como objetivo examinar as contribuições do *Building Information Modeling* no desenvolvimento dos projetos de arquitetura mais sustentáveis. Para isso, foram identificadas as contribuições da tecnologia da informação e comunicação (TIC), e como essas ferramentas podem auxiliar o processo de projeto, visando à qualidade do produto final edificado.

O processo de projeto é composto por diferentes atividades ou fases e segue etapas conceitualmente progressivas, no qual a liberdade de decisão entre as alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas. As etapas do projeto se dividem em: Idealização do produto, concepção inicial, análise de viabilidade, análise dos processos, formalização do produto, detalhamento de produto e processo e o planejamento (MELHADO 1994).

Assim, a Plataforma BIM comporta-se como uma resposta às demandas da “Era Digital”, no qual a Tecnologia da Informação possibilita racionalizar e gerenciar dados na concepção projetual. As ferramentas BIM possibilitam manipular a forma através de simulações, a fim de que os testes realizados indiquem a real viabilidade do projeto. Pode-se através da plataforma trabalhar o modelo da edificação juntamente com os agentes climáticos e assim gerar simulações que indicaram o grau de conforto ambiental da edificação simulada, viabilizando a criação e execução de arquiteturas com maior qualidade e mais sustentáveis.

### 3. Contribuições da Tecnologia da Informação para o processo de projetos arquitetônicos mais sustentáveis

O projeto arquitetônico é influenciado pelas tecnologias que o desenvolve e que são empregadas em uma mesma construção (GRAY, 2006). E para atender as necessidades de projetos contemporâneos, o gerenciamento de informações tornou-se indispensável para administrar o processo de projeto. Cada vez mais a Tecnologia da Informação e Comunicação tem se mostrado necessária para administrar as informações digitais de projetos que possuem complexas geometrias, formas e estruturas, além dos diversos profissionais que compõem a cadeia produtiva da edificação tais como: arquitetos, engenheiros, construtores, consultores, entre outros.



**Figura 1: Potencialidades da Plataforma BIM. Fonte: elaborado pelas autoras.**

Destaca-se ainda, que atualmente o mercado competitivo e cada vez mais exigente busca que sejam realizados estudos de viabilidade econômica, a fim de ser orçado de maneira detalhada o montante que será direcionado ao empreendimento. Assim a tecnologia da informação BIM deve ser vista como um modelo e um conjunto de associações de processos voltados para a produção da obra, comunicação e análise do modelo do edifício, que visa atender a todas as particularidades do projeto, do desenho, orçamento até a pós-ocupação.

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia no Brasil. Os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia elétrica mundial. O setor da economia consome 16 % da água potável e 25 % da madeira das florestas sendo responsável também por 50% das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil (LAMBERTS, GOULART E FIRMINO, 2007).

As edificações consomem grande parte da energia elétrica no Brasil, representando 44% do total consumido. Deste percentual, os edifícios residenciais seriam responsáveis por 22,1%, os comerciais por 15% e os prédios públicos por 7,6% (CAUSO, 2013).

Assim a tecnologia BIM vem para propiciar a elaboração de projetos abrangendo o processo de construção do modelo do edifício ou de um conjunto deles, atribuindo-lhe informações em várias dimensões (EASTMAN, 2008). E o emprego da TIC pode auxiliar o processo de projeto, racionalizar, administrar dados da construção de edifícios e propiciar a geração simulações com o objetivo de diminuir ou eliminar os impactos e o consumo no setor da construção civil.

O desempenho ambiental de uma edificação é determinado por sua capacidade de minimizar ou eliminar seus impactos negativos sobre o meio ambiente. E para tal o edifício é submetido a cinco avaliações: o planejamento sustentável da área construída; economia de água e eficiência em sua utilização; eficiência energética e emprego de energia renovável; conservação de materiais e fontes de recursos; e qualidade do ambiente interior (COUNCIL, 2002).

Desta maneira, a modelagem da informação (BIM) permite o arquiteto modelar edifícios em um ambiente virtual, possibilitando análises detalhadas que propiciam elaborar edificações que atendam aos requisitos de qualidade e desempenho ambiental. E para tal, podem ser utilizadas ferramentas tridimensionais como: *SciaEngineer*, *Allplan*, *TecnoMETAL*, *Revit*, *BentleyArchitecture*, *Archicad*, *VectorWorks*, *TeklaStructures*, *Cype*, *TecnoMETAL*, entre outras, no qual todas as informações encontram-se concentradas em um único modelo.

Sendo assim, a Tecnologia da Informação tornar-se essencial para o gerenciamento, da funcionalidade dos edifícios com o objetivo de torná-los mais sustentáveis, desde a fase de concepção projetual até a fase de manutenção da edificação, também chamada de *Gestão de Facilities*. A TIC da plataforma BIM é utilizada para racionalizar e administrar dados da construção de edifícios com complexa forma-espacial. A modelagem 4D (modelagem + tempo), a partir de um protótipo, possibilita gerenciar o tempo da construção. A modelagem 5D (modelagem + tempo + custo), permite visualizar etapas de produção da edificação e também dos recursos financeiros, a fim de controlar a viabilidade financeira do empreendimento, prevendo com mais exatidão o tempo, os materiais e o custo. E a modelagem 6D (operação e manutenção) vem para atender as necessidades durante e depois da execução da construção, garantindo sua funcionalidade pós-ocupação.



Figura 2: Gerenciamento em BIM. Fonte: elaborado pelas autoras.

Logo se verifica que a tecnologia BIM possui a lógica da construção física no ambiente virtual, permitindo análise de materiais, técnicas construtivas, ações sustentáveis e a qualidade do ambiente construído ao longo do ciclo de vida da edificação.

### 3.1 Interoperabilidade

No que se refere à produção de edificações sustentáveis, sabe-se que as informações relativas ao processo de projeto das edificações tornaram-se ainda mais complexas com a adoção de metas referentes ao desempenho. Daí a importância de se aprimorar o processo de projeto, viabilizando a interoperabilidade entre os atores que fazem parte da realização do projeto. Assim, a plataforma BIM pode auxiliar na elaboração de projetos com alta qualidade ambiental. O que se impõe aos profissionais de arquitetura e engenharia é a necessidade de se estabelecer um novo método de organização e gestão do processo de realização do projeto e construção que viabilize a incorporação dos princípios da sustentabilidade (SALGADO; CHATELET; FERNANDEZ, 2012).

Segundo Addor (2009), 50 a 80 % problemas da construção são por falta de comunicação/integração e interoperação. Destaca-se ainda as informações ruins ou perdidas e a falta de atualização de informações.

O *Building Information Modeling* surge como alternativa tecnológica na área da construção civil para modernizar o processo de gerenciamento de projetos. A modelagem BIM é responsável por aperfeiçoar o trabalho em ambiente 3D e por integrar todo o processo de produção em um só modelo. Sendo uma evolução da tecnologia CAD (*Computer Aided Design*), o BIM possibilita uma análise mais profunda de todo o processo de construção, antes que o projeto seja realmente construído, através da modelagem virtual.

A constante atualização de dados oriunda de todos os ramos do projeto e a coerção do mercado da construção civil que procura grandes resultados em curtos espaços de tempo avultam a necessidade de que os modelos utilizados sejam interoperáveis. Assim, por meio de *softwares* que compõem a plataforma, o modelo pode ser analisado, testado, avaliado por meio da tridimensionalidade.

A passagem de dados entre aplicativos pode ocorrer de duas formas: a partir de “troca” ou por “intercâmbio”. O fluxo de dados de troca ocorre quando estes são exportados de forma não estruturada e não computável, podendo ocorrer perdas. O segundo caso é o que a interoperabilidade acontece de forma mais adequada, sendo possível “intercambiar” informações entre aplicativos BIM de quatro formas: Ligação direta (GDL, MDL), formatos proprietários (DXF, RVT, 3DS), formatos de domínio público (IFC, CIS/2) e formatos de troca baseados em *Extensible Markup Language* (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

Além disso, a possibilidade de analisar interfaces de operação e manutenção da edificação, agiliza o processo e torna-o mais objetivo e racional. Conseqüentemente a plataforma BIM produz benefícios também na fase de uso e manutenção, auxiliando na garantia do desempenho do equipamento no pós-ocupação.

A gestão do processo de projeto em BIM permite: a avaliação do ciclo de vida (ACV) da edificação, o que inclui a percepção das suas perspectivas, a avaliação dos impactos ambientais ao longo do processo, uma abordagem interativa das etapas e agentes, além da transparência dos dados do produto a ser edificado (BRASIL, 2014).

Desta maneira, verifica-se que, a interoperabilidade da plataforma BIM integra todas as etapas do ciclo da edificação. Tornando-se uma condição básica para o planejamento de um projeto arquitetônico mais sustentável, no qual os modelos interagem entre si tornando a análise do modelo tridimensional precisa.

### 3.2 O Trabalho colaborativo e a Parametrização

O Trabalho colaborativo acontece quando toda a equipe estabelece em conjunto as decisões e o prosseguimento do processo, sem centralizar as decisões em um profissional. Quando fundamentado na Tecnologia da Informação e Comunicação, são reduzidas ou afastadas as prováveis incompatibilidades entre os inúmeros projetos. Garantindo a integridade e especialidade das diferentes áreas da cadeia produtiva.

Os projetos complexos exigem um processo colaborativo, envolvendo muitos profissionais. Há uma crescente pressão e exigência por parte dos contratantes para que as equipes de projetistas sejam capazes de coparticipar de todo o processo de projeto, com prazos menores e com maior qualidade. Esse paradoxo só pode ser desfeito se os profissionais utilizarem a TIC para aperfeiçoar o processo (FLORIO, 2007).

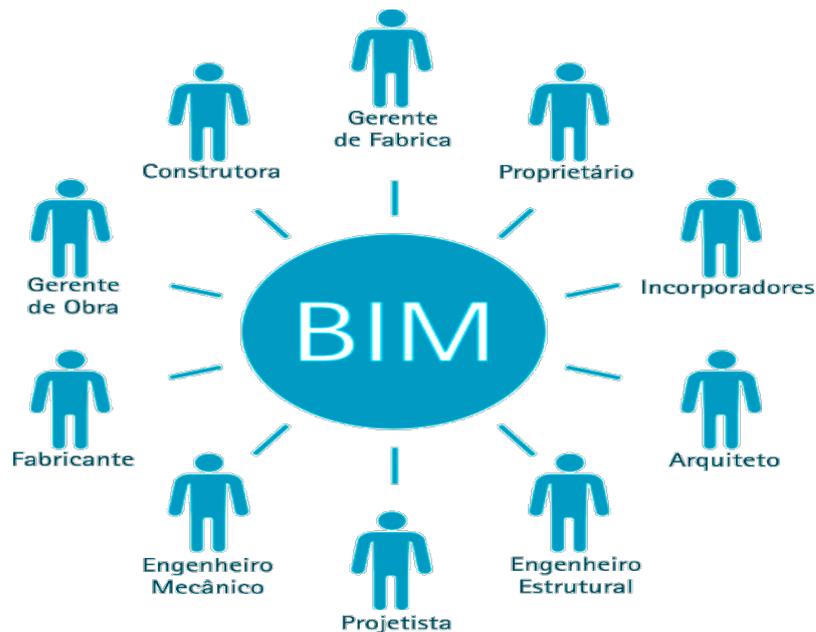


Figura 3: BIM e o trabalho colaborativo. Fonte: elaborado pelas autoras.

Os avanços da TIC viabilizam e estimulam o trabalho colaborativo entre os profissionais participantes do projeto arquitetônico. A velocidade com que as informações são direcionadas e distribuídas potencializa a troca de ideias e diminui o tempo necessário para a tomada de eventuais decisões entre os profissionais envolvidos.

Para isso é fundamental que haja um padrão de comunicação utilizada por todos. Nesse sentido, os programas BIM podem contribuir enormemente para a integração das informações provenientes dos diversos projetos em um único modelo digital 4D, constituído por um banco de dados de todos os elementos construtivos e suas relações espaciais (FLORIO, 2007).

Segundo Ruschel e Bizello (2011), a parametrização é definida como “um conjunto de propriedades cujos valores determinam características ou o comportamento de um objeto qualquer.” Desse modo, cada elemento é reconhecido pelo computador segundo suas características, e o sistema pode recusar ou aceitar o objeto em determinado contexto em função das restrições e regras impostas. Além disso, as representações do objeto se dão de forma automática, de modo que qualquer alteração é feita no modelo virtual do objeto e não na sua representação, não demandando ajustes nas vistas, pois ocorre de forma automática.

Para que a troca de informações aconteça de forma fidedigna no desenvolvimento de um projeto de arquitetura e anexos, no qual documentos são revisados e alterados continuamente, é necessário um núcleo disposto em programas gráficos computacionais firmados em variações paramétricas.

Na modelagem BIM, os elementos que constituem a maquete eletrônica da edificação são paramétricos, interconectados e integrados. E por conta deste sistema é possível editar e alterar os componentes do projeto já modelados e obter atualizações instantâneas que repercutem em todo o projeto. A consequência disso é a diminuição dos conflitos entre elementos construtivos, a facilitação das revisões e o aumento da produtividade.

Por conseguinte, toda a equipe envolvida no trabalho colaborativo utilizará a parametrização para elaborar e evoluir as premissas de projeto, conectando todos os profissionais das diversas áreas da arquitetura e construção civil a fim de garantir a qualidade do decorrer da evolução do trabalho. Entretanto, a utilização da plataforma BIM em sua totalidade requer uma prática de integração entre os diversos agentes envolvidos (projetistas e escritórios complementares) para que a gestão do projeto ocorra a partir de um modelo único. Além disso, a mesma linguagem projetual e documental (taxonomia) deve ser adotada entre todos os integrantes envolvidos no processo de projeto, evitando incompatibilidades e favorecendo a interoperabilidade. E tal interoperabilidade tende a diminuir riscos, desperdícios de tempo e custo.

#### **4. Considerações Finais**

Ao longo dos últimos anos a crescente especulação e o interesse por construções mais sustentáveis vêm afluindo os debates sobre o assunto. Como e quando ser sustentável é uma questão presente e pertinente, porém muitos profissionais da área da construção civil já adotaram a sustentabilidade como parte do processo de projeto.

Para atender as demandas da construção civil novas tecnologias construtivas devem ser integradas ao processo de afim contribuïrem para a melhoria do ambiente construído na área de eficiência energética, desempenho térmico e diminuir os impactos ambientais.

O protótipo desenvolvido no BIM concentra e integra todas as informações de todos os segmentos correspondentes a um projeto em um mesmo modelo. A possibilidade de trabalhar detalhadamente a volumetria de uma edificação nos *softwares* da Plataforma BIM gera grande impacto na indústria da construção civil. Sendo no aspecto ambiental ou plástico esse recurso muda o ato de projetar do arquiteto, que deve prezar pela combinação da plástica e do conforto ambiental com o objetivo de criar edificações que atendam as normas de desempenho e respeite ao meio ambiente.

A modelagem BIM possibilita identificar a melhor maneira de trabalhar a plástica em prol do conforto, produzindo simulações que articulemos aspectos naturais e artificiais da edificação. Através das ferramentas da TIC é possível simular os agentes climáticos, ambientais, sistemas de construção, vedação, acústica, iluminação, insolação, incidência dos ventos e analisar a ocorrência de possíveis impactos ambientais através da modelagem.

Diante disto, observa-se que uma composição arquitetônica envolve o habitar humano e o conforto necessário para tal. Assim, pensar no ciclo de vida da edificação, que é segmentado: planejamento, implantação, uso, manutenção e demolição, desde a fase inicial possibilita minimizar ou eliminar os possíveis erros de execução do projeto, melhorando o desempenho do produto final edificado.

Pelas observações e aspectos analisados nesta pesquisa, pode-se observar as irrefutáveis contribuições do *Building Information Modeling* (BIM) no processo de projetos arquitetônicos mais sustentáveis, pois possibilita o melhor gerenciamento de dados e de informações projetuais. Entretanto, torna-se necessário uma mudança de paradigmas na gestão do processo de projeto a fim de que o trabalho se torne colaborativo e integrado em todo o seu ciclo de vida.

## Referências

ADDOR, Miriam. *Building Information Modeling*. 8º Encontro Regional, Fórum AsBEA. 2009a. 26 p.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. *Building Information Modeling* (BIM). In: O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia/ Doris C.C.K. Kowaltowski, Daniel de Carvalho Moreira, João R.D. Petreche, Márcio M. Fabricio. São Paulo: Oficina de Textos, 2011a. 7 p.

BRASIL, Paula de Castro. *Arquitetura Sustentável em Edificações Públicas: Planejamento para Licitações de Projeto*. Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2014. 20, 121 p.

CAUSO, Aline Ferreira Tripodi. Mecanismos políticos para promoção da eficiência energética e geração renovável em edificações: um estudo de caso da Alemanha e aplicações para o Brasil. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Mecânica. São Paulo/Campinas: Unicamp, 2013. 2 p.

*COUNCIL, United States Green Building. An Introduction to the US Green Building Council and the LEED Green Building Rating System. Washington, DC. Marco, 2002. Disponível em: <[www.usgbc.org/USGBCCintroSLIDES.ppt](http://www.usgbc.org/USGBCCintroSLIDES.ppt)>. Acesso em: novembro de 2017.*

EASTMAN, Chuck; TEICHOL, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. *Bim Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2008. 13 p.

FLORIO, Wilson. Contribuições do *Building Information Modeling* no Processo de Projeto em Arquitetura. III Encontro Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil – TIC2007. 5 p.

GRAY, Colin. “*Design Management – Experiences and Current Practices*”. Anais NUTAU 2006: inovações tecnológicas e sustentabilidade, cd-rom, 2006. 8 p.

LAMBERTS, Roberto; GOULART, Solange V.; FIRMINO, Samanta. Dados climáticos para projetos e avaliação energética de edificações para 14 cidades Brasileiras. In: LAMBERTS, R.; PEREIRA, F.; DUTRE, L. et al. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores, 2007.

MELHADO, Silvio. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 294 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.185 p.

ROGERS, Richard. *Cidades Para um Pequeno Planeta*. Editora Gustavo Gili, 1ª Edição, 8ª Impressão, 2015. 67 p.

RUSCHEL, Regina; BIZELLO, Sergio Adriano. Avaliação de sistemas CAD livres. In: KOWALTOWSKI, D. C. C.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRICIO, M. M. O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.



SALGADO, Mônica Santos; CHATELET, Alain; FERNANDEZ, Pierre. Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 4, out./dez. 2012a. 81-99 p.

WCED - World Commission on Environment and Development. *Word in Transition: The Research Challenge*. Berlin: Springer Verlag. 1996. Annual Report 1996. 19 p.