

## **BIM Aplicado na Gestão e Avaliação de Edificações Sustentáveis**

### *BIM Applied in the Management and Evaluation of Sustainable Buildings*

**Denize Valéria Santos Baia, Mestra em Estruturas e Construção Civil – UnB,  
Doutoranda em Construção Civil – UFSC.**

denizebaia@yahoo.com.br

**Lisiane Ilha Librelotto, Doutora em Engenharia de Produção – UFSC.**

lisiane.librelotto@gmail.com

#### **Resumo**

O presente artigo estabelece diretrizes a partir da utilização do sistema BIM, as quais devem consistir na gestão e análise de edificações sustentáveis. A pesquisa realizada consiste em uma revisão da literatura sistemática, sendo utilizado como instrumento de pesquisa o *Google Acadêmico* para a seleção dos artigos referentes ao tema, os quais devem apresentar conceitos de sustentabilidade e sua aplicação em construções sustentáveis, além da identificação dos benefícios do sistema BIM como forma de contribuir para a melhor gestão da sustentabilidade em projetos da construção civil. Com isso, busca estabelecer conexão entre produções científicas e suas aplicabilidades no setor da construção civil, com o objetivo de apoiar a tomada de decisão. Os resultados deste estudo definem diretrizes que devem ser levadas em conta para a gestão e análise do projeto de construções sustentáveis.

**Palavras-chave:** Sistemas BIM; Gestão; Avaliação; Edificações Sustentáveis.

#### **Abstract**

*Em inglês, na mesma fo This article establishes guidelines based on the use of the BIM system, which should consist of the management and analysis of sustainable buildings. The research carried out consists of a review of the systematic literature, being used as a research tool Google Scholar for the selection of articles related to the subject, which should present concepts of sustainability and its application in sustainable constructions, in addition to identifying the benefits of the system BIM as a way to contribute to the better management of sustainability in construction projects. With this, it seeks to establish a connection between scientific production and its applicability in the construction sector, in order to support decision making. The results of this study define guidelines that should be taken into account for the management and analysis of sustainable building projects.*

**Keywords:** BIM systems; Management; Evaluation; Sustainable Buildings.

## **1. Introdução**

Os elementos das atividades de construção de uma edificação, induzidos e controlados pelo homem, podem interagir com o meio ambiente e provocar impactos positivos ou negativos que ocorrem em toda a sua cadeia produtiva, que vai desde a concepção, construção, operação, manutenção até a sua demolição ou restauração. Dessa forma, o setor da construção civil enfrenta atualmente o desafio da busca de novas práticas visando o desenvolvimento sustentável de seus projetos. Sendo que, estas práticas devem abordar as etapas de projeto, atividade de construção e o uso e manutenção da edificação.

Sendo assim, este estudo evidenciará que a adição do sistema BIM integrado a criação de edificações sustentáveis, representa um subsídio aos profissionais da área para reduzirem o consequente impacto ao meio ambiente, pela avaliação de alternativas mais eficientes; uma vantagem competitiva imediata, fornecendo informações importantes, economias de custos e melhor coordenação e qualidade para o projeto; e ainda contribui para uma maior interação entre os arquitetos e outros profissionais, uma vez que o desenvolvimento sustentável depende desta interdisciplinaridade de conhecimentos.

Portanto, o presente estudo ilustrará as capacidades do uso do BIM para a gestão e análise da sustentabilidade no campo da construção civil, por meio de uma revisão de literatura realizada através de artigos, livros, dissertações, teses e sites da internet onde se encontram informações já disponíveis acerca do assunto, a fim de esclarecimento dos conceitos que envolvem o panorama geral da pesquisa e que possam fundamentar e dar suporte à compreensão do objeto de estudo.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Edificações Sustentáveis**

No setor da construção civil, desde as etapas iniciais de planejamento e projeto até a sua operação e manutenção, influenciam diretamente no consumo de recursos naturais, nas alterações promovidas ao clima, no conforto e na saúde da população que nelas interage. Como resposta a essa integração do ser humano no meio ambiente, propõe-se uma edificação mais econômica, humana e coerente com as tecnologias disponíveis e com a ideia de preservação ambiental, saúde dos seres vivos e bem estar dos usuários, ou seja, a busca por esse desenvolvimento sustentável se fez presente na indústria da construção civil, representada pela transição para uma arquitetura sustentável, capaz de responder positivamente aos desafios ambientais e suas inevitáveis infraestruturas para atender às necessidades da crescente população do mundo, cabendo ao arquiteto o conhecimento básico de todos os conceitos relativos à sustentabilidade para a concepção de projetos de edifícios mais eficientes, com conforto para os usuários e uso racional de energia.

Para tanto, são necessárias políticas integradas e adequadas às especificidades do contexto local que promovem a sustentabilidade na construção, contemplando todo o processo envolvido, o desempenho da edificação em si, a infraestrutura que a atende e o uso de recursos naturais. Devem ser estipulados parâmetros e metas mensuráveis que

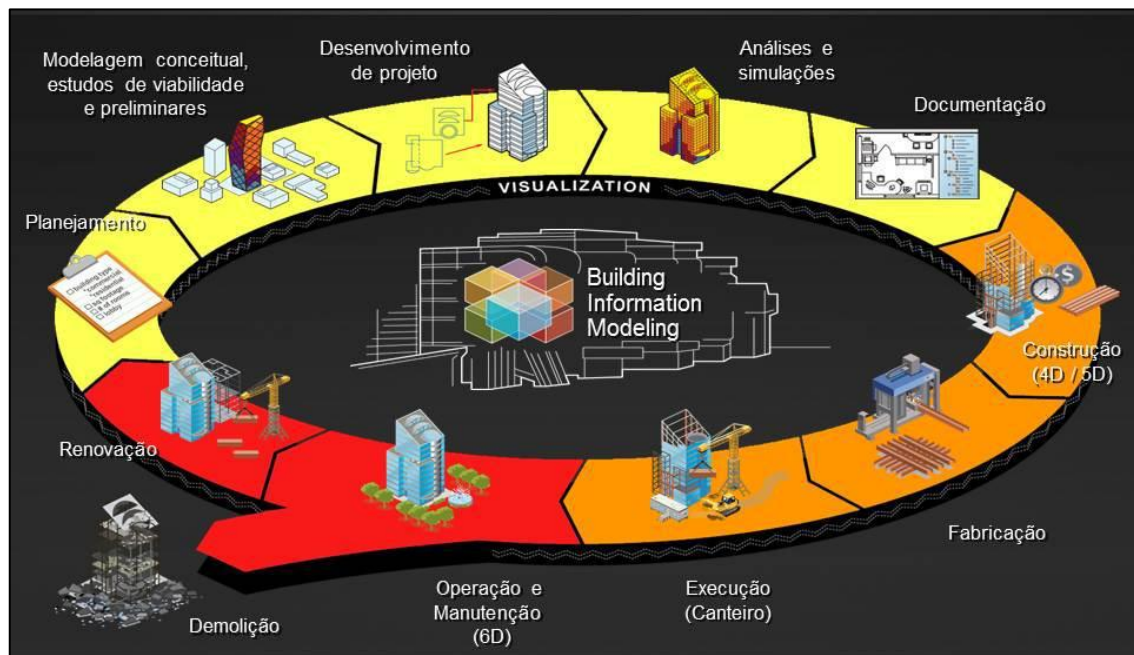
orientem as boas práticas, auxiliados por regulamentações, incentivos fiscais e programas de conscientização (TAIPALE, 2012).

Como o conceito de sustentabilidade pressupõe o equilíbrio das dimensões ambientais, sociais e econômicas (tripé da sustentabilidade) e envolve inúmeras áreas, a sua interpretação na construção passou por evoluções: inicialmente com ênfase nas questões ambientais de recursos limitados e redução dos impactos; posteriormente, o foco passou para pontos técnicos da própria edificação, por requisitos construtivos relacionados à energia; em seguida, obteve mais uma melhoria pela consideração de aspectos sociais e econômicos nas edificações; e mais recentemente, foram incorporados também aspectos culturais do ambiente construído, relevantes para a construção sustentável. Por isso, a conceituação de edifícios sustentáveis é complexa e ampla, principalmente nos seus aspectos econômicos e sociais, mas podem ser definidos como aqueles que provocam um mínimo de impacto desfavorável a todas as escalas do ambiente (local, regional e global) e de riscos à saúde humana, enquanto que aperfeiçoam a eficiência em gestão de recursos e cumprem requisitos de desempenho operacional. Desta forma, deve levar-se em consideração todo o seu ciclo de vida, com a integração cuidadosa da arquitetura com os projetos complementares (engenharia elétrica, hidráulica, mecânica e estrutural) e o envolvimento de todos os membros da equipe de projeto e operadores do edifício (trabalho multidisciplinar) (FOSSATI, 2008).

## **2.2. Sistema BIM**

Com a tecnologia do BIM, como descrito no livro “BIM Handbook” (2008), modelos virtuais e mais precisos de uma construção são desenvolvidos digitalmente. Eles ajudam no projeto ao longo de suas fases, permitindo uma melhor análise e controle quando comparado aos processos manuais. Quando terminados, estes modelos gerados por computador contêm a geometria precisa e os dados necessários ao suporte da construção, fabricação e atividades de aquisição pelas quais as edificações são construídas.

O BIM contempla muitas das funções necessárias para modelar a construção como um todo, fornecendo a base para novas capacidades de projeto, construção e mudanças dos papéis e relacionamentos entre as pessoas de uma equipe de projeto. Quando bem adotado, facilita um projeto e processos de construção mais integrados, que resultam numa melhor qualidade das edificações e num menor custo, bem como na redução da duração do projeto. Também, o BIM abrange geometria, relações espaciais, análise de luz, informações geográficas, quantidades e as propriedades dos componentes de construção (por exemplo, detalhes dos fabricantes). Pode ser usado para demonstrar o ciclo de vida do edifício, incluindo os processos de construção instalação e operação. Quantidades e propriedades compartilhadas de materiais podem ser facilmente extraídas. Escopos de trabalho podem ser isolados e definidos. Sistemas, conjuntos e sequências podem ser apresentados em uma escala relativa, com toda a instalação ou grupo de instalações (BAIA, 2015).



**Figura 1: O ciclo de vida de um modelo BIM. Fonte: Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2008).**

A figura 1 mostra o ciclo de vida de um modelo BIM. O ciclo de vida começa com o planejamento da construção a níveis preliminares. Em seguida, são realizados alguns modelos conceituais para estudo de viabilidade da obra. Os modelos virtuais com poucos detalhes podem ser gerados nessa fase. Definido o modelo a ser construído, o projeto entra em desenvolvimento, em geral um modelo 3D (BIM 3D). Entretanto, não é só um modelo 3D. O modelo tem de conter informações dos materiais a serem empregados, camadas de revestimento, detalhes de acessórios e peças, etc, isto é, o modelo tem de ser abastecido com informações da construção. Depois o projeto pode ser simulado para definição estrutural. Aprovado nessa última fase, o projeto gera documentação para fase de orçamento e planejamento. O planejamento é chamado de BIM 4D e o custo como BIM 5D. Com uso das informações geradas na fase de BIM 3D é possível simular virtualmente a construção do prédio e os custos dessa construção. Os passos seguintes são a fabricação de peças e execução real em canteiro de obra. O prédio entrando em operação entra a preocupação com o meio ambiente, também chamando de BIM 6D. Obviamente, essa fase está ligada ao prédio desde sua concepção. Por fim, o prédio pode ser demolido ou entrar em reformas, onde recomeça um novo ciclo de vida (EASTMAN, TEICHOLZ, SACKS e LISTON, 2008).

### 2.2.1. Dimensões do Sistema BIM

Uma das características do modelo BIM é a sua disponibilidade e a conexão de informações que se tornam parte do projeto, conhecidos como dimensões do modelo BIM. “Quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas” (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

O BIM 3D é um modelo computacional contendo as informações espaciais e informações dos elementos do projeto (pilares, vigas, lajes, paredes, portas, janelas, tubulações etc.). Dele será possível extrair informações sobre a compatibilização espacial do projeto, as especificações de materiais e acabamentos, quantitativo de materiais, geração de pranchas 2D automáticas e passeios virtuais (CAMPESTRINI *et al.*, 2015). Mas não é só um modelo 3D. O modelo 3D deve estar relacionado com informações (materiais, por exemplo) a serem utilizados na construção do empreendimento, permitindo que estas mesmas informações sejam utilizadas posteriormente para a fase de planejamento, fabricação de componentes, custos e manutenção posterior (BAIA, 2015).

O BIM 4D é a integração das informações do BIM 3D com o cronograma das obras. BIM 4D fornece uma capacidade interativa para visualizar, informar e ensaiar as sequências de construção possibilitando maior eficiência no processo de construção (PETERS in UNDERWOOD e ISIKDAG, 2009). Nessa fase é possível simular a construção da edificação. Com isso, os erros podem ser descobertos antes da construção como, por exemplo, equipamentos de instalações em mesma posição geométrica, elementos estruturais, espaços limitados para mobilização de equipamentos de construção. Além disso, o modelo virtual pode ser associado às ferramentas clássicas de planejamento (redes de precedência, cronogramas, tabelas, entre outros) para realizar o planejamento em si da construção e para o seu acompanhamento (BAIA, 2015).

Associando os dados de custo ao modelo BIM 4D tem-se o BIM 5D, que permite a emissão de relatórios dos custos subsequentes em qualquer ponto específico no tempo (PETERS in UNDERWOOD e ISIKDAG, 2009). A criação de modelos 5D permite que os vários participantes (de arquitetos, designers, empreiteiros para os proprietários) de um projeto de construção visualize o andamento das atividades de construção e os custos relacionados com o tempo, além dos próprios custos relacionados com materiais e mão de obra, por exemplo (BAIA, 2015).

O modelo BIM 6D é quando se deseja obter informações sobre o uso da edificação. Esse recebe informações sobre a validade dos materiais, os ciclos de manutenção, o consumo de água e energia elétrica, entre outros. O modelo BIM 6D contendo essas informações poderá ser usado para extrair informações de custos de operação e manutenção da edificação (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

### **2.2.2. Softwares do Sistema BIM**

A seguir, no quadro 1 são apresentados os pontos fortes e fracos dos principais produtos disponíveis no mercado.



<b>SOFTWARES</b>	<b>DIMENSÕES</b>	<b>PONTOS FORTES</b>	<b>PONTOS FRACOS</b>
<b>Archicad</b>	3D	Interface intuitiva e simples de usar; ampla biblioteca de objetos e um rico conjunto de aplicações de suporte em construção e gerenciamento de <i>facilities</i> ;	Limitações nas suas capacidades de modelagem paramétricas; Problemas com projetos grandes, apesar de dispor de modos efetivos de gerenciar tais projetos, dividindo-o em grandes módulos.
<b>Bentley</b>	3D / 6D	Ferramentas de modelagem para quase todos os aspectos da indústria AEC; Suporta modelagem de superfícies curvas complexas; múltiplos níveis de suporte para desenvolvimento de objetos paramétricos personalizados; permite a definição de montagens de geometrias paramétricas complexas; suporte escalável para grandes empreendimentos com muitos objetos.	Interface de usuário grande e não integrada, dificultando a navegação e aprendizado; Módulos funcionais heterogêneos com diferentes comportamentos de objetos; Bibliotecas menos amplas que produtos similares; deficiência na integração de suas várias aplicações reduz o valor e a amplitude do suporte que esses sistemas proporcionam individualmente.
<b>Revit</b>	3D / 6D	Interface amigável e de fácil aprendizado; amplo conjunto de bibliotecas desenvolvidas por terceiros; por se líder do mercado é a interface preferida para interligação direta; suporte bidirecional a desenhos, permitindo a geração e/ou modificação tanto via modelo quanto vistas; suporte a operações simultâneas no mesmo projeto; possui excelente biblioteca de objetos que suporta uma interface multiusuário.	Projetos maiores que 220 megabytes, o sistema fica lento; limitações nas regras paramétricas para lidar com ângulos; não suporta superfícies curvas complexas.
<b>Tekla Structures</b>	3D	Modela estruturas que incorporam todos os tipos de materiais estruturais e detalhamento; suporte a modelos muito grandes e operações simultâneas no mesmo projeto com múltiplos usuários ao mesmo tempo; suporta a compilação de bibliotecas de componentes personalizados paramétricos complexos com pouca ou nenhuma programação.	Funcionalidades são bastante complexas e difíceis de aprender e utilizar plenamente; O poder de suas facilidades de componentes paramétricos requer operadores sofisticados com alto nível de habilidade;
<b>Vico Software</b>	4D / 5D	O módulo de modelagem é o mesmo do Archicad possuindo as mesmas vantagens; atribuição de composições aos objetos do modelo, definindo tarefas e recursos necessários para sua construção; atividades de cronograma definidas e planejadas usando técnicas da linha de balanço e integração à softwares de planejamento; permite simulações 4D e 5D.	O módulo de modelagem é o mesmo do Archicad possuindo as mesmas desvantagens.
<b>Synchro</b>	4D	Com o modelo estruturado e as especificações de cada componente devidamente inserido, as três dimensões espaciais da edificação podem ser combinadas à variável tempo, ou seja, às informações que compõem o cronograma de obra do empreendimento, o que envolve prazos e sequência de execução de atividades. O Synchro pode promover essa integração, a qual ajuda a visualizar a evolução da obra e a comparação entre o previsto e o realizado de forma mais realista.	A ferramenta requer conhecimentos mais profundos de programação e administração de empreendimentos que as outras ferramentas para se tirar vantagem de seus recursos de análise de riscos e recursos.

<b>Navisworks</b>	4D / 5D	Proporciona o levantamento de quantitativos para a geração de orçamentos e a atribuição do valor total a cada componente do modelo de forma prática. A consolidação da quantidade total de materiais, mão de obra e equipamentos extraídos da tecnologia para BIM torna o processo de orçamentação muito mais preciso, porque tem como referência o formato exato em que o empreendimento foi projetado e atualizado.	Apesar de ser um processo automatizado, a atualização tanto do modelo quanto do cronograma não é completamente automática, uma vez que a ela depende do comando do próprio usuário.
<b>Vectorworks Architect</b>	3D / 6D	Possui compatibilidade total com o formato IFC para troca de arquivos com outros softwares BIM. É uma solução relativamente simples e barata, que tem como vantagem permitir projetar da forma tradicional, como se fosse um programa de CAD convencional.	Modelação 3D razoável. Bibliotecas de blocos bastante limitadas.

**Quadro 1: Pontos fortes e fracos dos principais softwares BIM. Fonte: Adaptado de Baia (2015).**

Apesar do quadro acima mostrar softwares individuais, a indústria de softwares está cada vez mais oferecendo um conjunto (*suites*) de programas que podem ser integrados nas diversas etapas do BIM.

### 2.2.3. BIM na Construção Sustentável

Embora a maioria das empresas acredite que práticas sustentáveis de projeto e construção são de grande importância, a maioria afirma que a sustentabilidade não era uma aplicação primária de BIM e que a coordenação do projeto e visualização foram cada vez mais importante.

Segundo Wong e Fan (2013, p. 138),

A implementação bem sucedida de BIM é capaz de eliminar o custo extra de alterações de projeto durante as fases subsequentes do processo de construção. BIM, portanto, é também capaz de reforçar a cultura de entrega do projeto no futuro. Implicações sociais- soluções BIM podem contribuir para a seleção de melhores soluções para reduzir consumo de energia e recursos. Esta nova tecnologia e a abordagem também podem gerar a necessidade de mais profissionais e oportunidades de trabalho inovador.

O sistema BIM é composto por softwares 3D capazes de construir digitalmente o projeto. Por exemplo, o Revit é a plataforma de modelagem paramétrica da Autodesk para edificações. Focado especialmente nos profissionais de projeto, possui uma série de recursos também muito importantes aos profissionais de construção, como a extração de quantitativos, a modelagem de detalhes construtivos e a edição de modelos para a verificação de viabilidade construtiva.

Após a conclusão do modelo, é possível realizar diversas simulações energéticas do modelo. O BIM conta com um conjunto de soluções integradas capaz de solucionar várias etapas do projeto sustentável: Projeto passivo; orientação da construção; massa e forma da construção; aspectos arquitetônicos: colocação de janelas, saliências de telhados e características de sombreamento; envelope da construção; propriedades térmicas dos

materiais de construção; transferência térmica; conforto térmico; coleta e uso de água; estimativa do padrão de demanda de água; aumento da eficiência através de materiais hidráulicos; deslocamento do uso de água através de medidas líquidas zero; uso e geração de energia; estimativa do padrão de demanda de energia elétrica; aumento da eficiência elétrica através de instalações e controles; deslocamento do uso de energia através de medidas líquidas zero; período de recuperação; iluminação natural; análise dos níveis de iluminação natural fornecido através dos aspectos arquitetônicos do modelo de construção; implementação de estratégias de projeto de iluminação natural (ZEMERO, 2016).

O sistema BIM apresenta um grande potencial para fins de projeto sustentável, pela mudança de paradigma projetual em relação ao processo CAD tradicional, porém ainda é necessário o aprimoramento dessas ferramentas no quesito interoperabilidade entre softwares e adequação dos softwares a aspectos particulares de etiquetagem local como a bioclimatologia e outras características de desempenho energético atrelado ao regionalismo. Só assim será possível realizar simulações com precisão, e com base no cenário em questão.

### **3. Aplicação e Resultados**

#### **3.1.1. BIM Aplicado em Edificações Sustentáveis**

Primeiramente, foi realizada uma revisão da literatura sistemática, com o intuito de eleger os principais artigos relacionados ao tema estudado. Para isso, foi usado como instrumento para essa pesquisa o *Google Acadêmico*. Foram selecionados apenas artigos nacionais publicados em importantes congressos, entre os anos de 2012 e 2016. A seguir, no quadro 2 é apresentado o tema desses artigos com alguns dos seus respectivos resultados, e que deverão contribuir para o estudo do BIM voltado para a gestão e avaliação das edificações sustentáveis.



CONGRESSOS	TÍTULO DO ARTIGO	RESULTADOS
<b>XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) (2016)</b>	O Uso do BIM para o Projeto Sustentável	Analisando a relação entre sustentabilidade e BIM pesquisada em literatura técnica e nos casos conduzidos por pesquisadores, percebe-se que ele pode ser uma ferramenta útil, permitindo redução de erros, geração de dados automática, resultados mais rápidos, tomada de decisões e escolha de alternativas antecipada, e acompanhamento do ciclo de vida. Para isto, o projetista deve ter seus objetivos alinhados no início do projeto, considerando quais as análises pretendem desenvolver e quais programas irão utilizar. Se for apenas um, escolher aquele que possua todas as ferramentas que necessita para modelar a edificação e conduzir suas análises. Se escolher dois ou mais, verificar, além da possibilidade de realizar o que se necessita, quais programas possuem maior compatibilidade entre si, visto que a interoperabilidade pode ser um problema.
<b>XV Safety, Health and Environment World Congress (2015)</b>	Ferramentas e Processos BIM de Avaliação e Otimização Energética em Edifícios	A utilização de metodologias e ferramentas BIM contribuirá para a sustentabilidade através de previsão de consumos de energia e seus respectivos custos de utilização com credibilidade, fiabilidade e consistência de resultados, podendo ainda beneficiar de estimativas rigorosas e completas na fase inicial de concepção, viabilizando tomadas de decisão antecipadas; melhorarias nas análises de custo do ciclo de vida de um edifício, possibilitando ainda a medição e verificação de resultados durante a ocupação do mesmo, o que proporciona uma oportunidade de aprender processos e soluções implementadas que se verifiquem validadas. Outra vantagem associada ao BIM, traduz-se na sua utilização para a certificação de edifícios sustentáveis, através dos vários sistemas de certificação disponíveis.
<b>SIBRAGEC ELAGEC (2015)</b>	Potencialidades da Integração do BIM ao Método de Avaliação do Ciclo de Vida das Edificações	O presente artigo destacou as oportunidades criadas pela integração entre o BIM e o método de ACV. Esta integração abre possibilidade para uma série de desdobramentos nas etapas de projeto e planejamento de construções sustentáveis, já que ambos atuam de forma inovadora na cadeia produtiva da construção civil. A inovação demanda que haja mudança de cultura nos procedimentos convencionais e absorção de novos parâmetros de trabalho, devido à inserção da sustentabilidade em uma interface automatizada com banco de dados consistente, integrado e único. O BIM, desta forma, apresenta potencial para contribuir diretamente na redução dos impactos promovidos pela indústria, através da elaboração de modelos facilitadores do fluxo de informações, geração de documentações, promoção de simulações e análises preliminares.
<b>VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC) (2015)</b>	O uso de Ferramentas BIM na Otimização do Método de Avaliação do Ciclo de Vida da Edificação (ACV)	Conclui-se que a medição dos impactos ambientais em uma ACV simplificada pode ser alcançada nas próprias ferramentas BIM, mediante pré-configuração do modelo da construção para inserção dos dados. As operações mais complexas requerem o uso de outras ferramentas, exigindo o aprimoramento da interoperabilidade. Os formatos de arquivo proprietário permitem o fluxo de dados contínuo, garantindo a preservação das informações do modelo. Já, a ausência de intercâmbio entre as ferramentas, demonstra o retrabalho gerado pela duplicação da entrada de dados e recorrência às ações manuais. Portanto, a fragmentação do fluxo de trabalho e seus desdobramentos reiteram a importância de formatos abertos como o IFC.
<b>VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC) (2015)</b>	Uso de Ferramenta BIM para Auxiliar na Escolha do Sistema Construtivo que Gera Menor Impacto Ambiental	As análises energéticas, no sistema BIM, podem ser realizadas para todo o empreendimento ou apenas para um único elemento como mostra esse estudo. A utilização dessa metodologia para desenvolvimento de projeto auxilia o profissional na escolha dos materiais de construção e consequentemente dos sistemas construtivos mais eficientes ambientalmente, no momento da realização do projeto. Dessa maneira profissionais da área da construção civil podem contribuir para a redução de impactos ambientais no momento da realização do projeto, podendo assim fazer escolhas de diferentes tipologias construtivas conforme os resultados das análises.

<p><b>VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC) (2015)</b></p>	<p>A Utilização de Modelos BIM na Gestão de Resíduos de Construção e Demolição</p>	<p>A pouca utilização de softwares BIM com o objetivo de mensuração de resíduos gerados ou mesmo para a gestão efetiva dos resíduos dos canteiros é muito evidente no país. A experiência de autores internacionais nesse quesito colabora para que dentro em breve algumas práticas de projetos com foco no design-out-waste sejam elaboradas no Brasil, com o planejamento correto de reaproveitamento e descarte de alguns materiais de forma minimizada e ambientalmente responsável. É possível verificar que o uso de BIM favorece a melhoria da gestão de resíduos nos canteiros. O modelo desenvolvido durante o projeto pode oferecer dados e informações que possibilitam uma tomada de decisão mais efetiva na etapa construtiva.</p>
<p><b>XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) (2012)</b></p>	<p>Investigação sobre Ferramentas Computacionais de Avaliação do Desempenho Térmico Apropriadas ao Contexto BIM para Aplicação em Projetos de HIS</p>	<p>Contudo, apesar de muitas ferramentas já virem sendo utilizadas em simulações de desempenho térmico, e algumas delas caminham para se tornarem ferramentas BIM, o seu uso ainda requer uma evolução para superar algumas limitações. Existem aspectos de ordem prática a serem trabalhados e melhorados para que essas simulações de desempenho sejam introduzidas no processo projetual com maior eficiência. Sabe-se, por exemplo, que os programas disponíveis para a indústria da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) ainda não são inteiramente interoperáveis, devido à falta de padronização em vários aspectos, o que dificulta a troca de informações de forma confiável e completa entre os programas afins e ou cooperativos. O formato de arquivo definido para isto, o Industry Foundation Class – IFC, ainda não está adequadamente implementado. Essa é uma questão essencial para o sucesso das aplicações, sendo o aperfeiçoamento desta característica determinante para a consolidação do paradigma BIM.</p>
<p><b>XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) (2012)</b></p>	<p>Estudo de Viabilidade do Uso de BIM para Mensurar Impactos Ambientais de Edificações por Energia Incorporada e CO2 Incorporado</p>	<p>Apesar das limitações e da necessidade de uma planilha eletrônica como apoio, o uso do Revit Architecture 2012 pode ser de grande valia para as decisões de projeto que visam diminuir os impactos ambientais e, uma vez criados os elementos construtivos, uma edificação pode ter o seu layout alterado e, automaticamente, serem obtidos resultados novos quanto aos impactos. Pode-se experimentar a troca de tipos de elementos (cada qual com sua composição de materiais) até a obtenção de um resultado satisfatório. Os resultados obtidos pela ferramenta Revit Architecture 2012 e, principalmente, a comparação dos mesmos com o método tradicionalmente usado para cálculo da energia incorporada e CO2 incorporado de edificações comprovam que é possível utilizar o conceito BIM para mensurar impactos ambientais a contribuir para a concepção de projetos ambientalmente conscientes.</p>

**Quadro 2: Revisão da literatura sistemática. Fonte: Elaborado pela Autora.**

#### 4. Considerações Finais

O BIM pode ser útil na busca pela sustentabilidade, pois permite a multidisciplinaridade de informações em um único modelo rico em dados e representações digitais. Dele podem ser extraídos e analisados dados apropriados a vários usuários com necessidades específicas, gerando informações que podem ser usadas na tomada de decisões visando à melhoria do desempenho da edificação e sustentabilidade. Ele pode ser usado tanto sozinho quanto em combinação com outros programas para análises mais completas.

A temática abordada neste estudo buscou o aprimoramento do processo projetual para fins sustentáveis, através da apresentação das tecnologias de projeto e simulação utilizadas na atualidade, tendo como propósito o melhor dimensionamento do tempo de trabalho e a consequente prática de forma mais racional e sustentável, buscando o aperfeiçoamento com o estudo de tecnologias potenciais que vêm se destacando internacionalmente, como a tecnologia BIM. É importante que se invista nessa mudança para alavancar a sustentabilidade, pois é um nicho ainda pouco explorado.

## Referências

- BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília (UnB). Brasília, 2015.
- CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM.** Curitiba, PR, 2015.[on line]. Disponível em: <<http://www.entendendobim.com.br/>>. Acesso em 22 jul. 2015.
- CARVALHO, H. J. S.; SCHEER, S. **A utilização de modelos BIM na gestão de resíduos de construção e demolição.** VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC). Recife, 2015.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projeto de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis.** 2008. 342 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
- FREIRE, M. R.; TAHARA, A.; AMORIM, A. L. **Investigação sobre ferramentas computacionais de avaliação do desempenho térmico apropriadas ao contexto BIM para aplicação em projetos de HIS.** XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). Juiz de Fora, 2012.
- GRAF, H. F.; MARCOS, M. H. C.; TAVARES, S. F.; SCHEER, S. **Estudo de viabilidade do uso de BIM para mensurar impactos ambientais de edificações por energia incorporada e CO2 incorporado.** XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). Juiz de Fora, 2012.
- MACHADO, F. A.; SIMÕES, C. C.; MOREIRA, L. C. S. **Potencialidades da integração do BIM ao método de avaliação do ciclo de vida das edificações.** SIBRAGEC ELAGEC. São Carlos/SP, 2015.
- MACHADO, F. A.; MOREIRA, L. C. S. **O uso de ferramentas BIM na otimização do método de avaliação do ciclo de vida da edificação.** VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC). Recife, 2015.
- MARCOS, M. H. C.; YOSHIOKA, E. Y. **Uso de ferramenta BIM para auxiliar na escolha do sistema construtivo que gera menor impacto ambiental.** VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC). Recife, 2015.
- MARTINS, P. C. F. **A interoperabilidade entre sistemas BIM e simulação ambiental computacional: estudo de caso.** 2011, 229 p. Dissertação. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2011.
- MASS, B. H.; SCHEER, S.; TAVARES, S. F. **O uso do BIM para projeto sustentável.** XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). São Paulo, 2016.

MENDES, N.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R.; CUNHANETO, J. A. B. **Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 47-68, out./dez. 2005.

PETERS, E. BIM and Geospatial Information System. In UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies.** New York: Information Science Reference, 2009.

SANTOS, L. M.; COUTO, J. P. **Ferramentas e processos BIM de avaliação e otimização energética em edifícios.** XV Safety, Health and Environment World Congress. Portugal, 2015.

TAIPALE, K. De construções quase verdes para construções sustentáveis. In: ASSADOURIAN, E.; RENNER, M. (Org.). **Estado do mundo 2012: rumo à prosperidade sustentável Rio+20.** Salvador: 2012, p. 143-151.

WONG, K.; FAN, Q. **Building information modeling (BIM) for sustainable building design.** Facilities, vol. 31, n. 3/4, 2013, p. 138-157.

YWASHIMA, L. A.; ILHA, M. S. O. **Concepção de projeto dos sistemas hidráulicos sanitários prediais: mudanças no processo de projeto com a utilização de BIM.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). Canela- RS, 2010.

ZEMERO, B. R. **Análise da aplicabilidade da tecnologia BIM em projetos sustentáveis e etiquetagem de edificações no Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, 2016.