

Contribuição do BIM para a sustentabilidade econômica de edificações

The contribution of BIM to economic sustainability of buildings

Leticia Mattana, Mestranda, PósArq/UFSC

leticiamattana@outlook.com

Lisiane Ilha Librelotto, Doutora, UFSC.

lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

A sustentabilidade pode ser avaliada em diferentes dimensões, como a social, ambiental e econômica. Apesar da importância do tema sustentabilidade, muitas empresas de construção ainda não adotaram tais práticas pela busca de soluções para os problemas gerados por suas atividades. Atualmente, a tecnologia BIM tem sido difundida no setor como uma das maiores inovações no processo que abrange o ciclo de vida de edificações. O objetivo deste artigo é conhecer a contribuição da tecnologia BIM para avaliação da sustentabilidade econômica de edificações. A metodologia MASP-HIS de autoria da pesquisadora Carvalho (2009) será utilizada para determinar quais são os parâmetros que devem ser avaliados na sustentabilidade econômica das edificações. Pretende-se levantar e apresentar bibliografias que comprovem a contribuição das ferramentas BIM para a sustentabilidade econômica, conforme definições propostas pela metodologia MASP-HIS. Este conhecimento é importante porque aborda o uso do BIM para obter edificações mais sustentáveis, e busca atender expectativas atuais do mercado da construção.

Palavras-chave: Sustentabilidade econômica; BIM; Construção civil.

Abstract

Sustainability in construction can be evaluated in different aspects, such as social, environmental and economic. Despite the importance of sustainability, many construction companies have not adopted practices to solve the problems generated by their activities. Actually, BIM technology has been widespread in the companies of the sector as one of the biggest innovations in the life cycle of a building. The objective of this paper is to know the contribution of the BIM technology to evaluate the economic sustainability of buildings. The MASP-HIS methodology authored by researcher Carvalho (2009) will be used to determine which parameters should be evaluated in the economic sustainability of buildings. It is intended to present bibliographies that collaborate with information that allows evaluating the economic sustainability of an enterprise using BIM tools, according to MASP-HIS methodology. This knowledge is important because shows how the BIM implementation can help to obtain more sustainable buildings, as well as expect the construction market.

Keywords: Economic sustainability; BIM; Civil Construction

1. Introdução

Atualmente existe a preocupação pela elaboração de construções sustentáveis, que causem menor impacto ao meio ambiente e que contribuam para um futuro mais equilibrado para o planeta. O setor da construção civil, tanto brasileiro como mundial, encaram este desafio pela busca de construções mais sustentáveis através da minimização dos impactos ambientais, do uso racional dos recursos naturais, da redução de entulho e das emissões de CO₂, do incentivo aos programas educacionais para a mão de obra, entre outros. (MARCOS, 2015; VIANA, 2013)

Apesar da importância do tema sustentabilidade, muitas empresas de construção ainda não adotaram tais práticas pela busca de soluções para os problemas sociais, ambientais e econômicos gerados por suas atividades. Alguns motivos que justificam este fato são a falta de dados e de quantificação dos benefícios da atividade, e também a resistência cultural do setor às mudanças. Este conservadorismo do setor, apontado por alguns autores, dificulta a inserção de inovações tecnológicas, o que mantém o setor em atraso em relação aos demais setores econômicos do mercado. (MARCOS, 2015; VIANA, 2013)

Avaliar a sustentabilidade do edifício implica na análise de muitas variáveis que requerem tempo do processo de desenvolvimento do produto e atuação de múltiplos profissionais. Com o uso do processo BIM, “*Building Information Modelling*”, ou em português “Modelagem da Informação da Construção”, é possível obter uma avaliação consistente, fidedigna e que permite a decisão em tempo hábil, preferencialmente na etapa de projeto. (EASTMAN *et al.*, 2014)

BIM é uma inovação no setor da engenharia, arquitetura e construção. Com o BIM todo o ciclo de vida dos empreendimentos passará por mudanças em seus processos. Essas mudanças nos processos incluem etapas desde a concepção, a elaboração e o detalhamento dos projetos das diversas disciplinas envolvidas (arquitetônicas e complementares), o planejamento e o orçamento da obra, a execução da obra e a ocupação, considerando a manutenção, a operação e, por fim a demolição desta edificação. (MANZIONE, 2013)

Existem diversos softwares ou plataformas tecnológicas que auxiliam no desenvolvimento do processo BIM e que permitirão a criação de um modelo 3D paramétrico. Este modelo, representado em três dimensões, é uma construção virtual do empreendimento e contém diversas informações incorporadas a ele, e será aplicado às diferentes disciplinas envolvidas no processo de projeto. (KASSEM; AMORIM, 2015)

Como exemplo de informações dos modelos, podem-se citar os materiais que serão utilizados na obra, a extração das quantidades de cada um destes materiais, a compatibilização de projetos (hidráulico, elétrico, arquitetônico, estrutural...) e a solução de conflitos existentes neste modelo unificado, entre outras. (EASTMAN *et al.*, 2014)

Com o modelo BIM unificado surgem alguns benefícios. Um deles é a integração dos diversos profissionais em trabalhos colaborativos, já que o mesmo modelo será utilizado por todos os profissionais envolvidos no processo. A modelagem BIM mostra-se como um processo que auxiliará nos trabalhos relativos às edificações e promete trazer mudanças significativas ao processo e aos profissionais envolvidos. (MANZIONE, 2013)

Tendo em vista as preocupações com o desenvolvimento de construções sustentáveis e que busquem minimizar os impactos causados pelas atividades da construção civil, o uso de tecnologia BIM ganha força como uma possível solução para a questão. Além disso,

esta inovação na construção melhora a perspectiva de um futuro melhor e mais equilibrado para o planeta. Para Marcos (2015) é através de nova tecnologia que será possível obter a racionalização dos processos e atender às expectativas do mercado da construção.

2. A sustentabilidade e suas dimensões

A sustentabilidade pode ser definida pela busca por um meio ambiente mais equilibrado e justo para o planeta, e caracteriza-se em diferentes dimensões ou aspectos, que quando somados resultam no desenvolvimento sustentável. O Relatório de Brundtland, publicado em 1987, descreve que o desenvolvimento sustentável é aquele que garante que atenderá “as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas...”. (BRUNDTLAND *et al.*, 1987)

Carvalho (2009) define desenvolvimento sustentável como aquele que se preocupa com o uso racional dos recursos naturais e que abrange a questão sociocultural, política, estética e outras. A autora mostra que a integração e dependência entre as dimensões da sustentabilidade é que originam a construção sustentável, conforme apresentado na figura 1, na qual divide a sustentabilidade em 3 grupos: econômica, ambiental e sociocultural.



Figura 1: Elos da construção sustentável. Fonte: Adaptado de Carvalho (2009)

Librelotto (2005) também considera três principais dimensões da sustentabilidade: a social, a econômica e a ambiental. A autora define a dimensão social como a que envolve responsabilidade social e gestão das pessoas, a dimensão ambiental como a que se preocupa com a preservação dos ecossistemas e a redução de impactos ao meio ambiente, e a dimensão econômica que garante o retorno financeiro dos investimentos aos proprietários, comunidade e outros envolvidos no processo.

Carvalho (2009) menciona que a maneira como se constrói, se projeta e se opera uma edificação influencia no uso dos recursos naturais e na saúde da população, e por isso a autora justifica a importância de obter um desenvolvimento sustentável para o setor da construção. Para John (2006) apud Carvalho (2009) a inovação tecnológica e o uso de novas tecnologias, tanto em sala de aula como na vida profissional, deve reinventar a sustentabilidade e facilitar a busca pelas certificações dos produtos.

3. A sustentabilidade e o desenvolvimento de projetos de construção

Melhado, Uechi e De Paula (2013) mencionam que a cada dia crescem as demandas em termos de melhorar o desempenho das edificações no setor da construção brasileira. Pode-se citar a demanda pelo cumprimento da Norma de Desempenho e a crescente busca por edificações mais sustentáveis, principalmente em seu aspecto ambiental e na busca de selos referentes às certificações ambientais.

A preocupação com a sustentabilidade tem crescido amplamente na indústria da construção, baseada nos conceitos de projetos que consideram fatores sociais, econômicos e ambientais nas suas estratégias. O impacto dos custos resultantes de projetos de edificações sustentáveis é um dos recursos que os projetistas deveriam considerar quando estão projetando um novo empreendimento. (ALSAYYAR; JRADE, 2015)

Na fase de projeto, Carvalho (2009) menciona que deve-se escolher o processo construtivo que gera menores impactos, e que este é o momento decisivo para buscar os princípios da sustentabilidade para a futura edificação. Além disso, Carvalho (2009) complementa dizendo que o processo de projeto é complexo e possui deficiências, que devem ser sanadas através da busca por maior integração entre as disciplinas envolvidas, entre as equipes de profissionais, e a busca pela melhoria na gestão como um todo.

Para Azevedo (2009) uma grande contribuição para atingir as demandas de mercado é o uso de BIM em todo o ciclo de vida de um empreendimento. Assim, é possível “controlar melhor os prazos de execução e os custos”, bem como questões relacionadas à sustentabilidade. Melhado, Uechi e De Paula (2013) também descrevem que o uso de BIM no processo de projeto pode ser considerado uma demanda de mercado e uma possível solução para cumprir com as novas exigências.

4. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa ocorre por meio de revisão bibliográfica do tema. Definido o tema do artigo, procedeu-se o levantamento bibliográfico de estudos publicados em artigos e outros trabalhos acadêmicos, tais como dissertações e teses, nos quais foi possível compreender o estado da arte da adoção do BIM e sua contribuição para as construções sustentáveis. Com base no material coletado, redigiu-se este artigo.

A metodologia MASP-HIS de autoria da Carvalho (2009) foi escolhida para apresentar a definição dos aspectos que caracterizam o tema: a sustentabilidade econômica de uma edificação. A partir da definição desses aspectos, procurou-se em outras bibliografias experiências que pudessem caracterizar o uso de BIM voltado para os aspectos definidos na metodologia de Carvalho, e com isso foi possível avaliar a contribuição do BIM para a sustentabilidade econômica de edificações.

5. Definição da sustentabilidade econômica de uma edificação

Librelotto (2005) define dimensão econômica como aquela que “associa a estrutura–conduta–desempenho a garantia de retorno dos investimentos aos intervenientes do processo (proprietários, clientes, funcionários e comunidade em geral)”. Já os indicadores de sustentabilidade do IBGE consideram a dimensão econômica da sustentabilidade nos

aspectos relacionados ao uso de recursos naturais, à questão da geração de resíduos, ao uso de energia e ao desempenho econômico do país. Esta dimensão avalia a eficiência dos processos produtivos e o consumo de recursos. (IBGE, 2015)

Em relação à dimensão econômica da sustentabilidade, Carvalho (2009) desenvolveu uma metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social e aborda aspectos econômicos nesta metodologia, que foi chamada de MASP-HIS. Ela quantifica a sustentabilidade econômica na metodologia da pesquisa e considera como fatores para avaliação sustentável do pilar econômico o fortalecimento da economia, a viabilidade econômica, o custo de construção/manutenção/operação e os critérios econômicos para empresas de projetos, conforme apresentado na figura 2.



Figura 2 - Aspectos econômicos da sustentabilidade. Fonte: Adaptado de Carvalho (2009)

Em relação ao fortalecimento da economia local, a autora considera positivo o uso de materiais locais, a existência de infraestrutura básica no local e a geração de emprego e renda. Para a viabilidade econômica, a autora considera favorável o custo acessível com a realidade local, a existência de retorno do investimento, a inexistência de custos com implantação de infraestrutura, a consideração no orçamento de ampliações nas infraestruturas existentes e a existência de subsídios fiscais para os que adotarem medidas sustentáveis. (CARVALHO, 2009)

Sobre o custo de construção, operação e manutenção, Carvalho expõe que a existência de soluções que diminuam o custo de construção/manutenção/operação e a economia de água e energia são pontos positivos para a sustentabilidade econômica. Em relação aos critérios econômicos para empresa de projeto, a autora considera favorável a existência de ações sustentáveis internas à empresa, tais como a economia de água e energia, a reciclagem, políticas de critérios sustentáveis nas compras e verbas destinadas à melhoria do desempenho sustentável da empresa e dos trabalhadores (CARVALHO, 2009). Todos os aspectos abordados por Carvalho contribuem para a avaliação da sustentabilidade econômica e ajudam a quantificá-la e mensurá-la em uma edificação.

6. Resultados e discussões

Segundo Carvalho (2009), existem quatro subcategorias que caracterizam a avaliação econômica da sustentabilidade para uma edificação. Estas subcategorias são: fortalecimento da economia local, a viabilidade econômica, o custo de construção, de operação e de manutenção de uma determinada edificação e os critérios econômicos para empresa de projeto. Para cada subcategoria, realizou-se uma busca em bibliografias para identificar a existência de experiências e estudos relativos ao BIM que possam contribuir com o resultado almejado da sustentabilidade econômica de um empreendimento. Foram encontrados alguns trabalhos que relatam o uso de ferramentas BIM para tal finalidade. Algumas destas ferramentas estão apresentadas na figura 3 e abrangem todo o ciclo de vida das edificações.

A principal contribuição do BIM, seguindo os aspectos propostos pela metodologia MASP-HIS da Carvalho, está na obtenção de informações para a viabilidade econômica e para os custos de construção/manutenção/operação de uma edificação. Esta contribuição do BIM para a sustentabilidade econômica inicia com os estudos de viabilidade técnica, através do uso de softwares como o DProfiler e o Trelligence Affinity que trazem o custo estimado de uma obra em etapas prévias do projeto, permitindo analisar a viabilidade econômica para executar determinado empreendimento.

Verificou-se que a adoção do BIM traz grande contribuição em relação aos custos de construção de uma edificação. Uma delas é através do uso de ferramentas de modelagem 3D, nas quais pode-se extrair quantidades diretamente dos modelos. Isso pode ser feito em softwares como o Revit, o ArchiCAD, o Vectorworks, o AECOSim Architecture ou Sketchup Pro, por exemplo (WITICOVSKI, 2011). As quantidades são acuradas e referem-se às informações dos materiais incorporados no modelo e que serão usados na construção da edificação. Outra contribuição das ferramentas BIM para a construção de uma edificação é o uso de softwares específicos para orçamentação e planejamento de obras, como o software VICO Office, o Autodesk Quantity Takeoff, Primus Software e o Allplan, que conectam etapas importantes da gestão da edificação com os projetos em BIM. (BARISON, 2015; SAKAMORI, 2015)

Além desses, existem outros softwares BIM que merecem destaque para a construção de uma edificação. Esses softwares são voltados para a detecção de conflitos existentes entre os modelos de diferentes disciplinas, como as possíveis interferências entre arquitetura, estrutura e instalações. Softwares como Solibri Model Checker e Tekla BIM Sight contribuem para evitar que conflitos entre esses projetos passem despercebidos, e que as interferências sejam resolvidas antes de serem executadas na obra, reduzindo assim os gastos com retrabalhos, perdas de tempo, de material, de mão de obra e a possível geração de resíduos. (BARISON, 2015; MANZIONE, 2013)

No caso da manutenção e operação de uma edificação, os softwares YouBIM, Allplan Alfa e o Planon, permitem o controle pós-obra do empreendimento, através de cadastro prévio de equipamentos e demais itens desejados, e da realização do controle de datas importantes e períodos determinados de manutenção/troca, do controle das quantidades de cada equipamento/item e outras funcionalidades que são integradas aos modelos BIM. (YOUBIM, (20--?))



Figura 3 – Variedade de softwares BIM que contribuem com a sustentabilidade econômica de edificações. Fonte: elaboração própria

6.1 Viabilidade econômica com software BIM

As ferramentas BIM para estudo de viabilidade visam à estimativa inicial de custos e ao planejamento inicial de empreendimentos que estão na fase de concepção ou de estudo de viabilidade. Como resultados, as ferramentas auxiliam na tomada de decisão nas etapas iniciais de projeto, trazendo a estimativa preliminar de custos para execução da obra e a possibilidade de estudos de massa para decisão da forma arquitetônica. (BARISON, 2015)

Uma pesquisa realizada na Universidade de Brasília abordou formas de lançamento da arquitetura pensando no custo de uma edificação e utilizou o software DProfiler para obter os resultados. Após o desenvolvimento dos modelos propostos na pesquisa, comprovou-se que é possível determinar uma forma arquitetônica aliada a um estudo preliminar de custos, que neste caso foi possível com o auxílio do software DProfiler (GARCIA, 2014).

Garcia (2014, p.184), descreve ainda que “fica ressaltada também a utilidade de se pensar no custo antes de partir para os devaneios da forma quando se pensa em sustentabilidade”, mostrando que a sustentabilidade em seu pilar econômico é importante

para a tomada de decisão formal assertiva e pela busca da construção sustentável. A figura 4 mostra o desenvolvimento da forma arquitetônica da pesquisa deste autor, que iniciou com um formato de prisma retangular, cujo custo preliminar aproximado estava orçado em R\$105.000,00 e chegou a um formato que contém intersecções e ajustes nos volumes da forma arquitetônica, com um custo preliminar de R\$ 208.510,65.

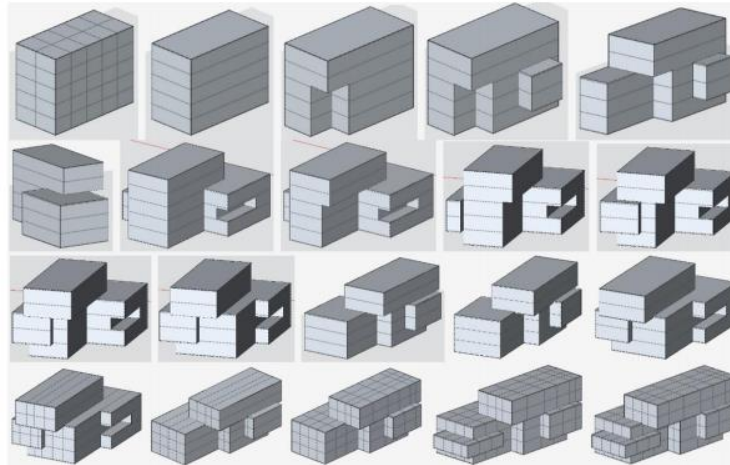


Figura 4 – Processo de modificação da forma arquitetônica no DProfiler para obtenção do custo preliminar. Fonte: Garcia, 2014

6.2 Custos de Construção usando ferramentas BIM

Em relação aos custos de construção, as ferramentas BIM contribuem desde a extração de quantidades até a execução do orçamento executivo. Os softwares BIM 3D, usados para modelagem dos projetos, a exemplo do ArchiCAD/Graphisoft(GRAPHISOFT), AECOSim/Bentley Systems, Vectorworks/Nemetschek e Revit/Autodesk, permitem a extração automática e praticamente imediata de quantitativos diretamente do modelo 3D. (BARISON, 2015; SAKAMORI, 2015)

O Revit é o software BIM 3D mais conhecido mundialmente. Pode ter interfaces para trabalhar com projetos de arquitetura (3D - Revit Architecture), estruturas (3D - Revit Structure) e instalações (3D - Revit MEP), além de permitir a extração das quantidades diretamente do modelo, conforme figura 5. (FERNANDES, 2014; MATTANA; LIBRELOTTO, 2016)

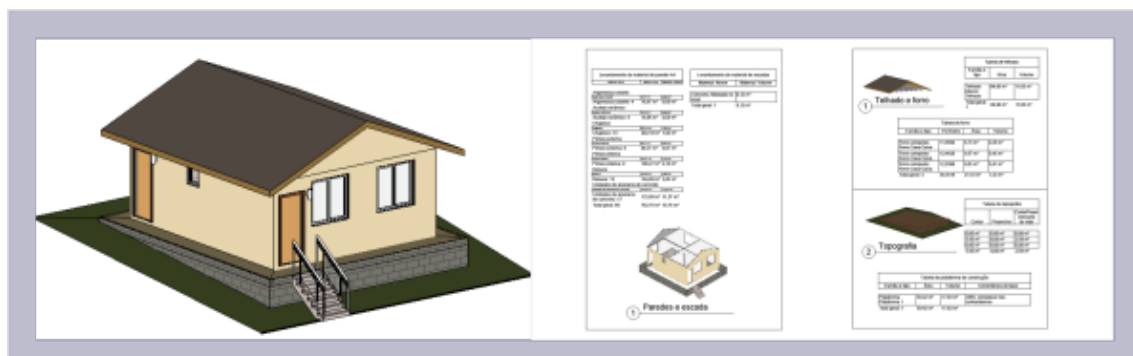


Figura 5 – Modelagem 3D no Revit Architecture 2015 (Student) e quantidades extraídas do modelo. Fonte: elaboração própria

É importante considerar aqui duas questões a respeito da extração de quantidade a partir dos modelos 3D: a primeira é que o nível de detalhamento do modelo será essencial para a extração precisa e confiável das quantidades necessárias para um orçamento, e a segunda é que a qualidade do modelo também é de extrema importância para a obtenção dos valores das quantidades. (MANZIONE, 2013; MELHADO, S.; PINTO, 2015)

Por isso, antes de extrair as quantidades de um modelo 3D, é essencial utilizar softwares BIM para checagem de conflitos e incompatibilidades entre os modelos de diferentes disciplinas. Estas ferramentas, a exemplo do Solibri Model Checker, do Tekla BIM Sight e do Navisworks, possibilitam a modelagem com mais qualidade e mais próxima da realidade, e consequentemente, a extração de quantidades dos modelos mais acuradas. (MANZIONE, 2013)

O Tekla BIM Sight (figura 6) é um visualizador gratuito desenvolvido pela empresa Trimble e foi utilizado para checagem de conflitos do modelo estudado por Mattana e Librelotto (2016). É fácil de usar e permite a compatibilização e checagem da geometria do modelo BIM, para identificação de conflitos entre diferentes disciplinas de projetos.

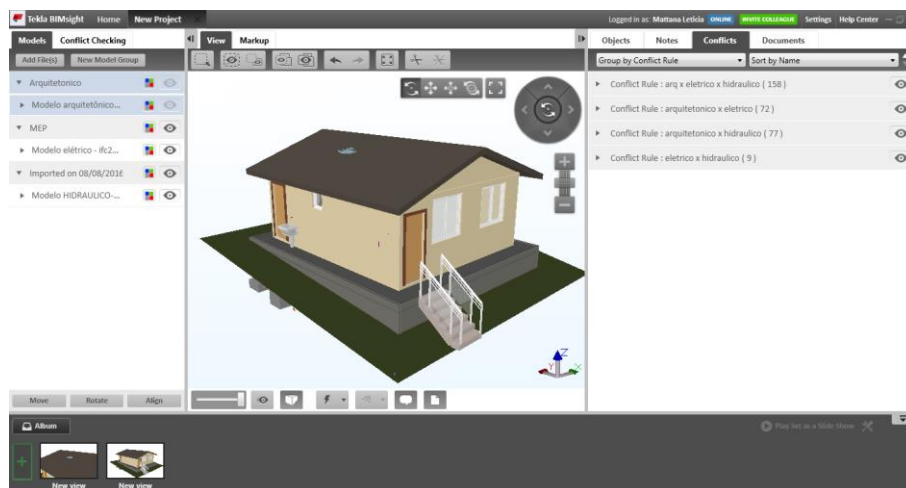


Figura 6 – Tekla BIM Sight para checagem de conflitos do modelo 3D. Fonte: elaboração própria

Em relação ao orçamento com uso de softwares BIM, denominado de BIM 5D, existem outras ferramentas que são específicas para este uso, tais como o VICO Office, a Autodesk QTO e o Allplan BCM. Através destas ferramentas é possível desenvolver um orçamento executivo integrado com um modelo desenvolvido em ferramentas BIM 3D. O modelo desenvolvido para o estudo de Mattana e Librelotto (2016) foi utilizado para experimentação da ferramenta VICO Office, conforme figura 7.

O Vico Office trabalha com BIM 4D e 5D, ou seja, com a gestão da construção nos parâmetros de planejamento e orçamento de obras. Com o Vico é possível estimar os custos, levantar quantidades do projeto e utilizar a linha de balanço para planejamento. Esta ferramenta é destinada à gestão de construção. (FERNANDES, 2014).

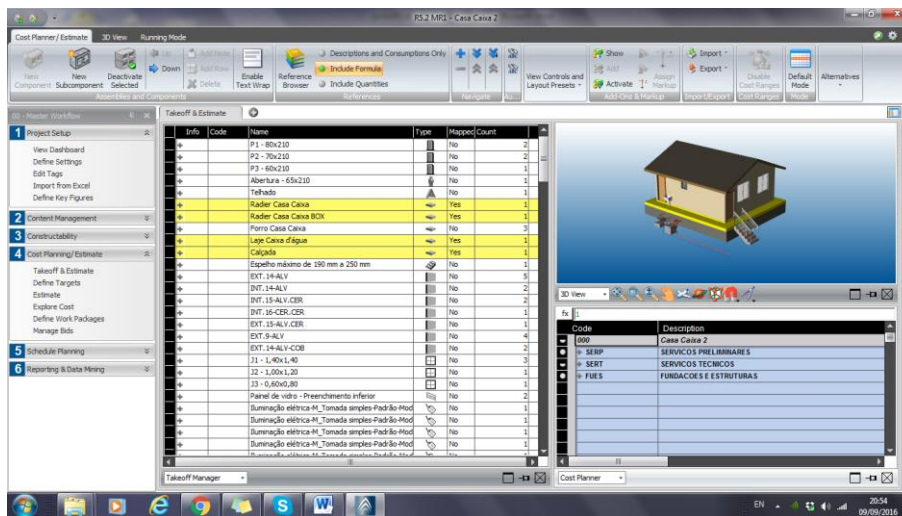


Figura 7 – VICO Office para elaboração de BIM 5D. Fonte: elaboração própria

6.3 Custos de Manutenção e Operação através do uso de BIM

As ferramentas BIM podem ser utilizadas também para a gestão da operação e manutenção de um empreendimento. Softwares como o YouBIM (ENGworks – figura 8) estão sendo usados com esta finalidade. Esta ferramenta oferece um banco de dados integrado que pode ser acessado na nuvem e contém diversas informações sobre o edifício destinadas à manutenção predial, inclusive informações sobre manutenção rotineira de equipamentos. (YOUBIM, (20--?))

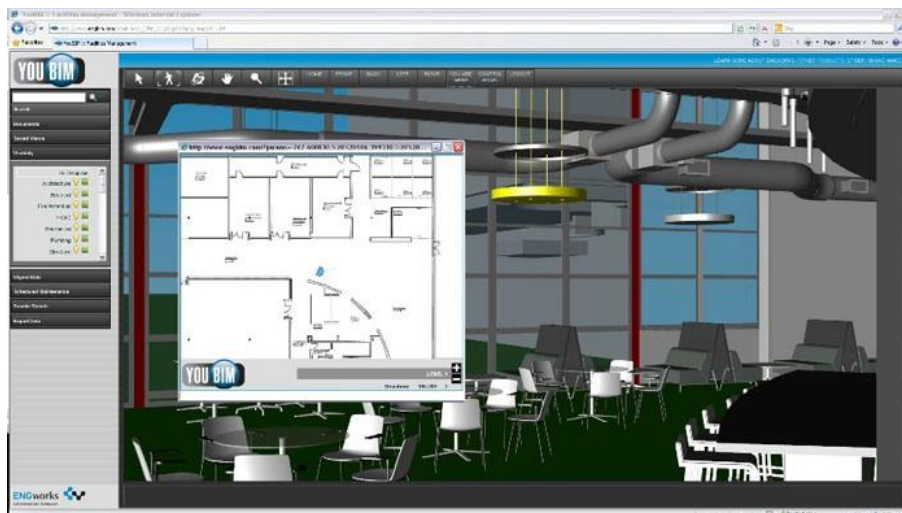


Figura 8 – YouBIM para manutenção e operação. Fonte: YouBIM ((20--?))

Considerações Finais

Os resultados deste artigo demonstram que as ferramentas BIM possibilitam atingir a sustentabilidade econômica de uma edificação de forma parcial, tomando como referência os parâmetros definidos pela Carvalho (2009) na metodologia MASP-HIS e que definem a sustentabilidade econômica. A principal contribuição do BIM está na obtenção de informações para a viabilidade econômica e para os custos de

construção/manutenção/operação de uma edificação. Já para o “fortalecimento da economia local” e para os “critérios econômicos para empresa de projeto”, a tecnologia BIM não apresenta contribuição direta, ou seja, até o momento não foram localizadas ferramentas que auxiliem na obtenção destas informações específicas, cabendo às empresas de projetos pela opção de outras estratégias que não remetem ao uso de tecnologia BIM.

Referências

ALSAYYAR, B.; JRADE, A. **Integrating Building Information Modeling (BIM) with sustainable universal design strategies to evaluate the costs and benefits of building projects**. 5th International/11th Construction Specialty Conference. Vancouver - British Columbia: 10 p. 2015.

AZEVEDO, O. J. M. D. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. 2009. 114p. (Mestrado). Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção, Universidade do Minho

BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo - uma contribuição para a formação do projetista**. 2015. Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRUNDTLAND, G. H. et al. **Nosso Futuro Comum - Relatório de Brundtland**. Rio de Janeiro: FGV, 1987.

CARVALHO, M. T. M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. 2009. 241p. (Doutorado). Departamento de engenharia civil, Universidade de Brasília, Brasília.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem a informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 ISBN 978-85-8260-117-4.

FERNANDES, C. A. P. **Interoperacionalidade em sistemas de informação**. 2014. 130p. (Mestrado). Universidade do Minho, Azurém, Portugal.

GARCIA, D. D. S. **ARQUITETURA PERFORMATIVA: A UTILIZAÇÃO DO DPROFILER PARA ELABORAÇÃO DA FORMA ARQUITETÔNICA**. . 2014. 240p. (Mestrado). Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.

IBGE, I. B. D. G. E. E.-. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. GEOGRAFIA, C. D. R. N. E. E. A. E. C. D. Rio de Janeiro: 352 p. 2015.

JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a construção de habitacional. . **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA 58; SIMPÓSIO ANTAC: O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO HABITACIONAL**, 2006.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. D. **BIM - BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPÉIA**. Brasília. 2015

LIBRELOTTO, L. **MODELO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL NAS DIMENSÕES ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL (ESA): APLICAÇÃO NO SETOR DE EDIFICAÇÕES**. 2005. 371 (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. . 2013. 325 (Doutorado). Escola Politécnica, USP, São Paulo.

MARCOS, M. H. C. **Método de obtenção de dados de impactos ambientais, durante o processo de desenvolvimento do projeto, através do uso de ferramenta BIM**. 2015. 145 (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. **The use of BIM technology in class: an experience at Federal University of Santa Catarina**. BIC 2016. São Paulo 2016.

MELHADO, S.; PINTO, A. C. **Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos**. SIBRAGEC - ELAGEC 2015. São Carlos/SP: 511-518 p. 2015.

MELHADO, S. B.; UECHI, M. E.; DE PAULA, N. Novas demandas para as empresas de projeto de edifícios. **Ambiente Construído**, v. 13, p. 137-159, jul./set. 2013 2013.

SAKAMORI, M. M. **MODELAGEM 5D (BIM) - PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO COM ESTUDO SOBRE CONTROLE DE CUSTOS E VALOR AGREGADO PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2015. 180 (Dissertação de mestrado). PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL – PPGECC, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, CURITIBA.

VIANA, K. R. C. **Estudo do sistema construtivo em alvenaria estrutural na cidade do Rio de Janeiro face aos conceitos de construção sustentável**. 2013. 131 (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil., UFRJ, Rio de Janeiro.

WITICOVSKI, L. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM)**. 2011. 200p. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

YOUBIM. BIM para manutenção predial – Solução baseada na nuvem. (20--?). Disponível em: < <http://www.youbim.com/br/features.html> >. Acesso em: 15/11/2016.