

BIM para a análise de desempenho térmico em edificações do Programa Minha Casa Minha Vida

BIM for thermal performance analysis in Minha Casa Minha Vida Program buildings

■ Lais Guerle Tonso

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
laisgtonso@gmail.com

■ Prof. Dr. Eduardo Sampaio Nardelli

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil
eduardo.nardelli@mackenzie.br

Abstract

The Minha Casa Minha Vida institutional housing program aims to build millions of residences in Brazilian cities. This situation decreases the building quality as the Federal Government, who founds the program, demands very low costs, so it is even more complicate to achieve quality enhancement. To solve this situation, many regulations have been instituted and, in 2013, ABNT published NBR 15575, a regulation regarding housing building performance, including aspects such as thermal, acoustic and maintenance performance. This paper aims to study thermal analysis section and the possibility to use BIM to achieve accurate data about thermal performance.

Keywords: BIM, Thermal Analysis, Norma de Desempenho, Minha Casa Minha Vida

Introdução

Programa Minha Casa Minha Vida

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi criado em 2009 com a finalidade de subsidiar habitações para populações com rendimento bruto mensal de até R\$1.600,00 (US\$450,00) e facilitar a aquisição para aqueles com rendimento mensal bruto de R\$5.000,00 (US\$1.300,00), a fim de mitigar o déficit habitacional no país, que segundo o Ipea (2013), atingiu 8% dos domicílios brasileiros, (cerca de 5.244.525 residências. Em 2015, o programa se encontra na segunda fase e pretende construir 2 milhões de moradias (Portal Brasil, 2014.).

Apesar do PMCMV ter reduzido o déficit habitacional e ter avaliação de 8,8 de satisfação entre os beneficiados (Nicacio, 2014), o programa prioriza a construção em larga escala em detrimento da qualidade do projeto arquitetônico. Pela necessidade de se construir um número grande de residências num curto período de tempo e a baixo custo, uma vez que o valor final da unidade habitacional é pré-fixado, a qualidade do empreendimento fica em segundo plano, já que depende de aspectos tanto legais quanto técnicos, tais como definições de parâmetros técnicos e executivos, de fornecedores e de custos envolvidos (Abyko & França, 2013).

ABNT NBR-15575 – Desempenho de Edificações

Desde 1998 existe o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat) que procura aperfeiçoar o setor

da construção civil através da busca de soluções de maior qualidade e menor custo. Em 2005, o Governo Federal juntamente com o Ministério das Cidades, desenvolveu a norma SiAC (Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil), com o intuito de avaliar a gestão de qualidade de empresas da construção civil. Ambas são pré-requisitos para que construtoras possam aderir ao PMCMV (Cibic, 2010).

Em 2013 foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a ABNT NBR 15575-1 – Edificações Habitacionais – Desempenho, com o intuito de avaliar o comportamento das edificações e de seus sistemas, sem entrar no mérito de geometria, conforto ou materiais constituintes (ABNT, 2013).

A ABNT NBR 15575-1 procura estabelecer critérios de avaliação do desempenho das edificações no que tange a questões de segurança (estrutural, incêndio, uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico, acústico, lumínico, renovação do ar, funcionalidade e acessibilidade e conforto tátil e antropodinâmico) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental). Tais critérios precisam atingir pelo menos o conceito mínimo (M), porém as edificações ainda podem ser avaliadas como intermediárias (I) ou superiores (S). Além disso, cada critério deve ser avaliado isoladamente e em situações antagônicas, por exemplo janela aberta versus janela fechada em situações de desempenho acústico (ABNT, 2013). Nesta pesquisa,

deu-se enfoque no critério de habitabilidade no quesito de desempenho térmico.

Para essa categoria de desempenho, a ABNT NBR 15.575-1 prevê dois tipos de análise: a análise simplificada (normativa), que deve atender aos parâmetros mínimos especificados pelas ABNT NBR 15575-4 (sistemas de vedações verticais internas e externas) e ABNT NBR 1575-5 (sistemas de coberturas) e a análise computacional. Casos onde a avaliação de transmitância térmica (a capacidade do material de conduzir mais ou menos energia térmica por uma área linear por um certo período de tempo) e capacidade térmica (quantidade de calor necessária para variar a temperatura em uma unidade) resultem em desempenhos inferiores às normas anteriores, deve-se partir para a análise térmica computacional, levando em consideração a edificação como um todo (ABNT, 2013).

O método para a simulação computacional recomenda o uso do software Energy Plus ou softwares que estejam de acordo com a ASHRAE Standard 140, a qual padroniza métodos para análise de eficiência energética, de tal forma a evitar incongruências entre diversos softwares para este fim, definindo uma série de procedimentos para o desenvolvimento de modelos para análises energéticas (ABNT, 2013; ASHRAE, 2001).

BIM - Building Information Modelling

Modelos desenvolvidos em BIM possuem características específicas que os diferem de uma produção 3D num software CAD. BIM produz modelos tridimensionais, onde a planta, o corte e a elevação fazem parte do mesmo todo, assim como tabelas de quantitativos e visualizações 3D. Em outras palavras, são diversas formas de visualizar a mesma informação. Além da questão visual, os modelos são compostos por componentes que possuam características como representação gráfica e atributos que os identificam juntamente com suas informações parametrizadas, de maneira que possam ser manipulados de modo inteligente, além de informações sobre o desempenho, necessários para análises e processos de trabalho. Por fim todas essas informações devem ser consistentes e não redundantes sobre cada parte de tais componentes (Eastman et al, 2011).

Com a possibilidade de parametrização, é possível facilitar a personalização de componentes, alterá-los ou atualizar suas informações ao longo do desenvolvimento do projeto conforme a necessidade, aumentando assim a produtividade (Flório, 2007 apud Coelho & Novaes, 2008).

Com o potencial do BIM e a busca constante por melhorias nos padrões de desenvolvimento de projetos na construção civil, em 2011 o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), desenvolveu uma biblioteca de componentes em BIM, utilizando o software Revit Autodesk. A biblioteca, que é apresentada aos usuários como um template de projeto em Revit, conta com componentes de Estrutura, Vedação e Revestimento, Guarda-corpos e Corrimãos, Telhados, Peças Sanitárias e Caixilhos (Nardelli & Oliveira, 2013). Atualmente esta biblioteca não possui informações relativas a desempenho dos materiais, e também não permite a customização dos componentes existentes, pois seus parâmetros estão travados.

Análise de eficiência térmica em BIM

Hännien, Karola e Laine (2007) apontam que a maior dificuldade em desenvolver análises térmicas é a quantidade de inputs a serem inseridos manualmente. Apesar de existirem diversos softwares muito precisos de análises térmicas, estes ainda não são difundidos na indústria da construção. Com isso, o BIM se presta a criar um banco de dados de informações térmicas mais eficientes e abrir a possibilidade de reutilizar as informações uma vez inseridas nos materiais dos componentes. Aksamija (2012) reforça esta situação, em que, apesar de existirem diversos softwares de análises térmicas, estes não são utilizados em larga escala pelos arquitetos, pois são programas muito complicados e não compatíveis com seus métodos e trabalho e projeto. Porém, a autora coloca que as análises térmicas desenvolvidas em BIM permitem um método de projeto onde este processo analítico está integrado com o desenvolvimento do projeto e pode acontecer desde estudos preliminares.

Análises de performance de edificações em BIM tem a vantagem de, além de não estarem baseadas em regras simplificadas, partirem de modelos detalhados e materiais exatos e várias possibilidades de soluções poderem ser analisadas de maneira mais eficiente (Aksamija, 2012).

Uma questão fundamental para que o BIM possa ser eficaz e eficiente é a interoperabilidade entre as aplicações utilizadas pelos envolvidos no projeto. Aksamija (2012) aponta que uma das grandes barreiras na utilização de BIM para análises térmicas é exatamente o compartilhamento e consistência de informações ao se exportar dados de um software para outro. De 9 softwares estudados (Green Building Studio, Energy 10, HEED, Design Builder, ECOTECT, aQUEST, IES VE, Energy Plus + SketchUp e Energy Plus), apenas 3 possuem compatibilidade com BIM.

	Conceitual	Esquemática	Desenvolvimento	Compatível com BIM
Green Building Studio	x	x		x
Energy 10	x	x		
HEED	x	x		
Design Builder	x	x		
ECOTECT		x	x	x
aQUEST		x	x	
IES VE		x	x	x
Energy Plus + SketchUp		x	x	
Energy Plus		x	x	

Tabela 1: Softwares de Análise Energética e Ambiental e sua relação com os estágios de design. Adaptado de Aksamija (2012).

Aksamija (2012), aponta que existem certas boas práticas no desenvolvimento de modelos para análise de desempenho de edificações. Para a análise térmica são necessários parâmetros de organização espacial, propriedades dos materiais e de superfícies sombreadas. Esta informação, que no BIM está hospedada como design, precisa ser exportada como analítica. Por exemplo, caso as plataformas utilizadas sejam Autodesk Revit e Autodesk Ecotect, a transferência de informações é realizada através do Green Building XML (gbXML), uma extensão de arquivo desenvolvida especialmente para este tipo de exportação. A estrutura deste arquivo é composta por:

- Spaces: paredes, pisos, tetos, superfícies sombreadas e janelas, onde as propriedades numéricas são transferidas com a finalidades analíticas. Spaces são componentes que carregam informações de localização dos objetos e parâmetros referentes a cargas térmicas. É importante ressaltar que rooms e spaces, ambos componentes do Revit, possuem finalidades diferentes: rooms concentram informações referentes aos espaços e suas ocupações, em contrapartida spaces são utilizados apenas para finalidades analíticas. O volume do ambiente e a definição de paredes internas e externas, é calculado pela ferramenta space através dos mesmos componentes limitantes dos rooms.
- Superfícies analíticas (Pisos, paredes e telhados) que devem estar relacionadas de maneira consistente entre si.
- Aberturas: Janelas e claraboias com informações relativas a espessura, transmitância térmica, transmitância visual e coeficiente de ganho de calor solar.
- Superfícies sombreadas, que são entendidas como superfícies que não delimitam spaces.

Além do arquivo gbXML, é possível fazer a transferência de informações geométricas a partir de arquivos DXF.

Com isso, a informação criada no modelo em BIM é exatamente a mesma do arquivo gbXML a ser utilizado na análise térmica (Aksamija, 2012).

Metodologia

BIM tem o potencial de melhorar a qualidade da informação além de auxiliar a tomada de decisão em diversos momentos críticos do projeto, no entanto ainda falta muito a ser explorado sobre o que é inserido e como essa informação é utilizada (Dowsett & Harty, 2013). Esta pesquisa tem como objetivo explorar a potencialidade do BIM para executar a análise de eficiência térmica exigida pela ABNT NBR 15575, além de compreender não só questões referentes a modelagem em BIM com finalidades analíticas, mas também como a própria norma espera que estas análises sejam executadas.

Com esse objetivo, estudou-se sobre como a ABNT NBR 15575-1 apresenta a questão da análise térmica e como ela precisa ser desenvolvida. A partir desse entendimento, foi criado o modelo na aplicação Revit de um projeto existente do Minha Casa Minha Vida.

A modelagem teve como base plantas e cortes em 2D fornecidos pelo escritório responsável pelo projeto. Para a definição dos materiais das paredes, pisos e tetos, utilizou-se como referência o memorial descritivo apresentado pela arquitetura ao órgão fomentador do PMCMV. O modelo foi criado com a biblioteca de componentes do MDIC, modelando apenas elementos específicos do projeto que não estavam disponíveis na biblioteca. Conforme foi sendo construído o modelo, foram sendo inseridas informações referentes a características físicas e térmicas dos materiais. Na aplicação utilizada, o Revit 2015, as informações térmicas vieram da biblioteca de assets disponíveis no software, por exemplo, uma determinada parede é composta por: Acabamento em gesso – tijolo cerâmico – Acabamento em massa corrida fina, cada uma dessas camadas foi configurada com um determinado asset disponível no software – tijolo cerâmico é composto por brick – medium weight, que possui as seguintes características: condutibilidade térmica – 0,54 W/(mK), calor específico 0,84 J(g°C), densidade 1,55 kg/m³ et., valores estes que não correspondem à realidade porque o intuito da pesquisa é apenas explorar a possibilidade de utilização do BIM. A partir desta composição de materiais, o próprio software calcula as mesmas características térmicas para a parede como um todo, e desta forma temos que o coeficiente de transmitância térmica desta parede é 2,6273, a resistência térmica é 0,3806 (m²k)/W e a massa térmica é 25,56 kJ/K (ver figura 1).

Os componentes de janelas, no entanto, não funcionam com base em assets de materiais. Neste caso, é preciso configurar apenas a constituição do vidro, que o software define como construção analítica do componente (ver figura 2).

Com isso, está sendo estudada a composição de modelos analíticos em BIM, como deve ser executado e quais informações são pertinentes. Ainda está em andamento o estudo de como devem ser configurados os dados para serem exportados para o arquivo gbXML. Ainda não foi escolhido o programa a ser desenvolvida a análise computacional prevista na ABNT NBR 15575-1 pois, além da escassa interoperabilidade entre os softwares, existe a barreira de falta de capacitação técnica, não apenas para manipular a aplicação, mas também como exportar e inserir as informações criadas em BIM.

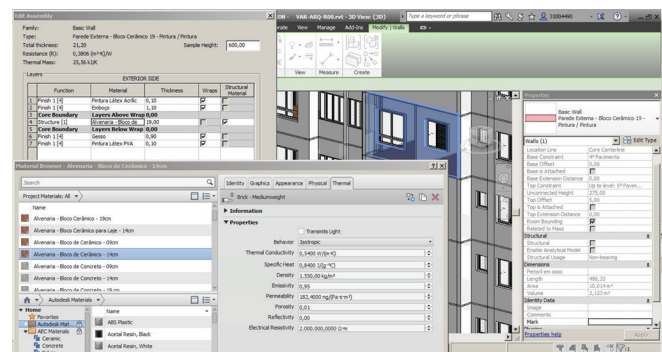


Figura 1: Exemplo de configuração do material Alvenaria - Bloco Cerâmico 14cm utilizando as pré-configurações de asset Brick - Mediumweight. Autodesk Revit.

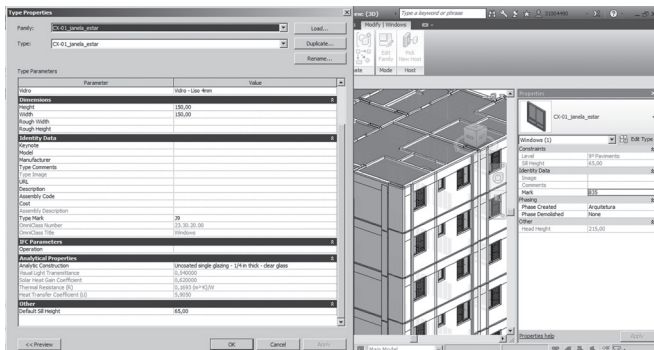


Figura 2: Exemplo de configuração de propriedades analíticas em janelas. Autodesk Revit.

Resultados

O trabalho encontra-se em andamento e até o presente momento temos o modelo desenvolvido em BIM de um projeto do PMCMV, com informações relativas ao desempenho térmico dos materiais da edificação. Com este modelo, já é possível analisar as informações de acordo com o método simplificado especificado pela norma em estudo, porém intenciona-se ir além e criar uma análise mais aprofundada em softwares específicos para análises de desempenho.

É possível identificar que existem poucos trabalhos definindo metodologias de modelagem com finalidades de análise de desempenho, como aponta Dowsett & Harty (2013). E além disso, é importante ressaltar o desalinhamento entre indústria e academia, não só na questão de análise térmica, mas também no uso e no desenvolvimento de BIM (Chaves et al, 2014). Com isso, o trabalho de entendimento de processos de exportação e importação de informações entre os softwares, para que se possa ter a análise mais completa e consistente, fica muito debilitado, resumindo-se muito a utilização da bibliografia existente no campo de engenharia de ar-condicionado e de sustentabilidade. Engenharia de ar-condicionado que, inclusive, tem interface com os próprios parâmetros, definições e termos utilizados pelos softwares BIM e a Sustentabilidade, define os processos de análise dos softwares de desempenho.

A versão do software utilizada nesta pesquisa, o Revit 2015, possui a ferramenta de análise energética na nuvem, o Green Building Studio, que recolhe as informações analíticas sobre o projeto e gera um relatório sobre o desempenho da edificação. No entanto, o relatório se restringe a informações relativas à sustentabilidade da edificação e não deixa claras as informações necessárias para a norma em estudo. Por outro lado, o próprio Revit fornece relatórios muito detalhados sobre questões relevantes a projetos de ar-condicionado e são relativamente complexos para poder avaliar se a edificação estudada está em conformidade com a ABNT NBR 15.

Apesar de vários autores apontarem o Ecotect como o mais indicado para análises de desempenho (Corbella, 2009; Aksamija 2012), o software não está mais disponível para

download da versão educacional no website da Autodesk.

Com isso, estão em estudo tanto os relatórios fornecidos pelo Revit e pelo Green Building Studio, quanto a possibilidade de utilização da versão de demonstração do software Design Builder, que apesar da necessidade de reinserção de alguns parâmetros já inseridos no BIM (tais como localização e uso do edifício), a versão mais recente apresenta a possibilidade de importar o arquivo gbXML criado no Revit.

Discussão

A ABNT NBR 15575-1 revela a crescente preocupação com a qualidade dos projetos de edifícios residenciais, não só esta norma exemplifica isso, como também todos os outros documentos normativos que são exigidos pelo PMCMV. Até o momento, o programa não exige o uso da norma de desempenho, porém tanto os dirigentes do programa quanto os clientes estão pressionando para a ABNT NBR 15575-1 seja mandatória nos projetos (Téchne, 2012; AsBEA, 2013; Caixa, 2014).

Considerando a potencialidade do BIM para diversas áreas do setor da construção civil, cada vez mais escritórios de arquitetura estão implementando este sistema de trabalho, a fim de oferecer projetos com mais informações com mais consistência e menos erros, além de poder fornecer novos serviços (Amorim et al, 2009). Esta pode ser uma ferramenta facilitadora para a implementação da norma de desempenho nos projetos dos escritórios. Por outro lado, é importante ressaltar os custos, não só do uso do BIM, o qual requer computadores muito potentes, mas também o custo em se adotar materiais e técnicas que se adequem à ABNT NBR 15575-1, principalmente no PMCMV, que hoje já sofre com problemas de custo e lucro para a empresas envolvidas (Amorim et al; 2009, Abyko & França, 2013).

Apesar das questões apresentadas anteriormente, é interessante a possibilidade oferecida pelo BIM de criar, não só bibliotecas de famílias e componentes, como também bibliotecas de materiais que já possuem os parâmetros estabelecidos pela norma e, uma vez disponibilizados pelos fornecedores, é possível organizar tais dados e reutilizá-los sempre que for necessário, além de já incorporar na biblioteca de componentes BIM existente e disponibilizada pelo MDIC. Porém, como já foi ressaltado por diversos autores, é necessário que primeiramente os envolvidos no projeto tenham não só as ferramentas necessárias como base de dados climáticos e parâmetros mínimos, mas também, base de dados sobre os materiais e componentes do projeto que contenham as informações necessárias para a análise.

Por outro lado, é importante mencionar que, os métodos de análise apresentados pelo conjunto de normas NBR 15575-1, NBR 15575-4 e NBR 15575-5 estão sendo amplamente criticados, não só pela generalidade apresentada em seus textos como também nos métodos apresentados, ambos simplificado e computacional. Ghisi et al (2014) defende que o método computacional exigido pela norma não contempla todos os parâmetros necessários para uma análise acurada

no software Energy Plus. Já o método simplificado, também é questionado por Chvatal (2014) pois a norma não apresenta corretamente o impacto dos parâmetros de transmitância térmica e da absorvância gerando não só classificações de desempenho equivocadas como também divergentes da análise computacional mais detalhada.

Com isso, é possível concluir que a criação da ABNT NBR 15575-1 - Edificações habitacionais é um avanço no desenvolvimento do setor da construção civil e necessita de constantes revisões, e o trabalho acadêmico é um grande fomentador de discussões sobre o tema (Chvatal, 2014).

As possibilidades do uso de BIM para a aplicação da norma de desempenho são claras e reais, mas ainda falta muito para que o conhecimento sobre análise térmica esteja difundido no mercado e possa ser incorporado nos processos de trabalho dos escritórios. Também é importante ressaltar que, uma vez que a utilização da norma seja mandatória para os empreendimentos do PMCMV, os envolvidos (tanto projetistas quanto fornecedores) deverão atender e o BIM pode ser um facilitador dessa nova demanda da indústria.

Referências

- Abyko, A. K., & França, M. S. (2013). Minha Casa Minha Vida: uma avaliação preliminar. 13ª Conferência Internacional da Lares. São Paulo. Fonte: <http://www.lares.org.br/Anais2013/artigos/895-1041-1-SP.pdf>
- Aksamija, A. (2012). BIM-Based Building Performance Analysis: Evaluation and Simulation of Design Decisions. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Fonte: <http://aceee.org/files/proceedings/2012/start.htm>
- Amorim, S. R., Lyrio, A. d., & Souza, L. L. (novembro de 2009). Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 4, pp. 26-53. doi:10.4237/gtp.v4i2.100
- AsBEA, A. B. (13 de março de 2013). "Minha Casa, Minha Vida" vai exigir aplicação da Norma de Desempenho 15575. Fonte: AsBEA: <http://www.asbea.org.br/escritorios-arquitetura/noticias/minha-casa-minha-vida-vai-exigir-aplicacao-da-norma-de-279262-1.asp>
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers. (26 de junho de 2004). Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. ASHRAE Standard 140. Atlanta, Nebraska, Estados Unidos. Fonte: https://www.ashrae.org/File%20Library/docLib/Public/2004715124811_347.pdf
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (19 de fevereiro de 2013). ABNT NBR 15575-1. Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (s.d.). ABNT NBR 15575-5. Edificações habitacionais - Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Autodesk. (s.d.). About Spaces. Fonte: Autodesk Revit 2015 Help: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2015/ENU/?guid=GUID-B876A6F6-4091-40CA-ADCD-AA5D0EFC5EE3>
- Brasil, P. (06 de abril de 2014). Infraestrutura. Fonte: Portal Brasil: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/04/entenda-como-funciona-o-minha-casa-minha-vida>
- Caixa. (27 de março de 2014). Cumprimento de normas técnicas são desafio no Minha Casa Minha Vida. Fonte: Agência Caixa de Notícias: <http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=517>
- CBIC. (14 de abril de 2010). Mais qualidade nas obras do Minha Casa, Minha Vida e do PAC. Fonte: CBIC: <http://www.cbic.org.br/informativos/cbic-hoje/cbic-hoje-edicao-extra?page=show>
- Chvatal, K. M. (dezembro de 2014). A avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. *Ambiente Construído*, 14(4), pp. 119-134. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n4/a09v14n4.pdf>
- Coelho, S. S., & Novaes, C. C. (2008). Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Corbella, O., & Yannas, S. (2009). Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos (2ª ed.). Rio de Janeiro: Revan.
- Dowsett, M. R., & Harty, C. F. (2013). Evaluating the benefits of BIM for sustainable design - a review. Reading, Reino Unido.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and constructors (2ª ed.). Nova Jersey: John Wiley & Sons.
- Ghisi, E., Mazzaferro, L., Melo, A., Silva, A. S., & Sorgato, M. J. (dezembro de 2014). Incerteza do método de simulação da NBR 15575-1 para avaliação do desempenho térmico de habitações. *Ambiente Construído*, 14(4), pp. 103-117. Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1678-86212014000400008&lng=en&tlng=pt
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. (novembro de 2013). Estimativa do Déficit Habitacional brasileiro (PNAD 2007-2012). Fonte: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/131125_notatecnicadirur05.pdf
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. (11 de novembro de 2013). Estudo aponta redução no déficit habitacional no país. Fonte: Ipea: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=20656
- Laine, T., Hänninen, R., & Karola, A. (2007). Benefits of BIM in the Thermal Performance Management. Helsinki, Finlândia. Fonte: http://www.aivc.org/sites/default/files/p785_final.pdf
- Nardelli, E. S., & Oliveira, J. T. (2013). BIM e o Desempenho no Programa Minha Casa Minha Vida. SIGraDI - Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, (pp. 312-316). Valparaíso. Fonte: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2013_370.content.pdf
- Nicacio, A. (23 de maio de 2014). IPEA. Fontes: Desafios do Desenvolvimento: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=3027:catid=28&Itemid=23
- Téchne. (março de 2013). Desempenho revisado. Téchne. Fonte: Téchne: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/192/desempenho-revisado-publicada-em-fevereiro-nova-norma-de-desempenho-288027-1.aspx>