

Dificuldades na implementação do design builder no mercado brasileiro

Álvaro José Bremenkamp

Universidade de Vila Velha, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vila Velha (ES), Brasil
alvaro.bremenkamp@yahoo.com.br

Larissa Letícia Andara Ramos

Universidade de Vila Velha, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vila Velha (ES), Brasil
larissa.ramos@uvv.br

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Universidade de Vila Velha, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vila Velha (ES), Brasil
Luciana.jesus@uvv.br

Pedro Henrique Ribeiro Cortez

Universidade de Vila Velha, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vila Velha (ES), Brasil
Pedroribeiro.cortez@gmail.com

ABSTRACT: Os edifícios são grandes consumidores de energia, representando cerca de 40% do consumo no Brasil. Esta realidade deve-se frequentemente à má concepção projetual, que ignora sistemas e equipamentos que trazem economia de energia e o correto dimensionamento das cargas térmicas. Quando analisados usos comercial e serviço, com 15,4% e 8,0% respectivamente, a iluminação e o condicionamento de ar são os grandes responsáveis por esse consumo. A simulação computacional no processo de projeto vem contribuir e facilitar o entendimento do desempenho térmico, acústico e lumínico prevendo possíveis problemas que só seriam percebidos durante a utilização e ocupação da edificação. Neste contexto, a aplicação de softwares que analisam características de conforto ambiental para a arquitetura e urbanismo é de grande valia pois possibilita maior eficiência energética e redução dos custos operacionais nos edifícios. O programa Design Builder, lançado no ano 2000 e amplamente usado no exterior, vem suprir uma lacuna existente entre os programas já difundidos no mercado, como Energy Plus, conciliando uma interface de modelagem amigável com grande capacidade de análises em diversos panoramas. Sendo assim, pretende-se neste trabalho apresentar dificuldades na disseminação do Design Builder no mercado brasileiro, assim como a resistência em adotá-lo. A metodologia utilizada consiste na pesquisa bibliográfica documental e na busca de manuais sobre aplicativos de simulação, com foco no Design Builder. Os resultados obtidos evidenciam que vocabulário com uso de inglês instrumental específico da área, a falta de cursos de capacitação, a não-regionalização da biblioteca de materiais, assim como outros fatores, são os principais obstáculos para seu uso, no mercado brasileiro.

Keywords *Design Builder, Energy Simulation, Architecture.*

1. INTRODUÇÃO

O uso de energia varia desde atividades complexas, como abastecimento energético de indústrias até usos em aparelhos mais simples como a bateria dos celulares e a energia destinada a iluminação. Devido à grande demanda por energia, a humanidade vem procurando sempre aperfeiçoar tecnologias energéticas a fim de minimizar perdas e aperfeiçoar os processos de produção, transformação e condução da energia. O conceito de eficiência energética, em um panorama amplo, pode ser entendido como a obtenção do melhor desempenho na produção de um serviço com o menor gasto de energia possível (C.E.L.P.E., 2013). Na arquitetura, porém, esse conceito é mais abrangente e detalhado, podendo ser entendido como uma característica da edificação em possibilitar conforto térmico, lumínico e acústico aos usuários com o menor consumo possível de energia. Sendo assim, um edifício é considerado mais eficiente energeticamente que outro quando consegue fornecer condições iguais ou melhores, com menor consumo de energia (Lamberts, et al. 2004).

Os edifícios são grandes consumidores de energia, representando cerca de 40% do consumo no Brasil. Esta realidade deve-se frequentemente à má concepção projetual, que ignora condicionantes locais, sistemas e equipamentos que trazem economia de energia e o correto dimensionamento das cargas térmicas. Quando analisados os usos comercial e serviço, com 14,8% e 8,0% respectivamente, a iluminação e o condicionamento de ar são os grandes responsáveis por esse consumo (Ministério de Minas e Energia, 2016).

A eficiência energética é cada vez mais necessária em um mercado abarrotado de edificações que não atendem as necessidades básicas de conforto ambiental. Simples decisões de projetos podem mudar completamente a qualidade ambiental do mesmo e, como se isso não fosse o suficiente, ainda pode acarretar em grandes economias no gasto final de energia. Utilizar cores claras nas paredes e tetos e pensar corretamente na dimensão e posicionamento das aberturas são algumas das atitudes que podem, de maneira geral, diminuir o uso de iluminação. Deve-se, porém, ter cuidado com esta última visto que aberturas permitem não só a passagem de luz e ar, mas também de radiação solar que aumenta a temperatura interna do ambiente. É importante ressaltar também que, mesmo a iluminação natural sendo importante tanto para qualidade de vida quanto para economia do usuário, ela é imprevisível. Assim, não se pode descartar o trabalho em conjunto com a iluminação artificial.

Tal qual a luminosidade, as condições térmicas são de extrema importância. Os condicionadores de ar, muito comuns em empreendimentos comerciais de grande porte, são equipamentos de climatização muito difundidos no Brasil. Nesses empreendimentos, preservar a qualidade do ar no interior do edifício pode evitar a poluição sonora e ambiental, aumentando a sensação de conforto. Em contrapartida, caso sejam utilizadas fachadas revestidas por pele de vidro, a temperatura interna dos edifícios se eleva e, se não forem pensadas estratégias de ventilação que compensem o ganho de calor devido ao efeito estufa do vidro, os aparelhos de ar-condicionado tornam-se indispensáveis. Todas essas características são pensadas no período de projeto e simulação, e o desenho arquitetônico da construção é parte essencial para esses estudos.

Durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, o desenho funciona como meio de comunicação mostrando e descrevendo todos os detalhes de como foi pensada determinada edificação, servindo ainda como ferramenta de registro para futuras consultas.

Com o desenvolvimento tecnológico surgiram ferramentas de CAD (Computer-Aided Design) e BIM (Building Information Modeling) que acabaram por substituir o desenho técnico à mão. E assim foram surgindo diversas ferramentas que funcionam com base em computadores, dentre elas, as ferramentas de simulação. Em se tratando de projetos arquitetônicos, a simulação computacional para análise termoenergética pode prever a maneira como um edifício irá se comportar em um determinado ambiente. Em outro panorama, pode auxiliar na redução de custos de um edifício em longo prazo. Em questões de economia de energia, a iluminação natural e ventilação híbrida, que une os tipos de ventilação natural e artificial, quando utilizadas corretamente podem reduzir em quase 70% o gasto energético (Rupp, 2013).

A simulação computacional no processo de projeto facilita o entendimento do desempenho térmico, acústico e lumínico prevendo possíveis problemas que só seriam percebidos durante a utilização e ocupação da edificação. Neste contexto, a aplicação de softwares que analisam características de conforto ambiental é de grande valia pois possibilita a prevenção de futuras despesas extras com correções, nos edifícios. Através da simulação, a escolha de materiais, os modos de implantação, as ferramentas de sombreamento, a ventilação e a iluminação natural tornam-se ainda mais eficiente e, se corretamente utilizados, os programas de simulação podem contribuir para uma arquitetura cada vez mais sustentável e com maior eficiência energética.

O programa Design Builder, lançado no ano 2000 na Inglaterra, e amplamente usado no exterior, vem suprir uma lacuna existente entre os programas já difundidos no mercado como Energy Plus, conciliando uma interface de modelagem amigável com grande capacidade de análises em diversos panoramas. Sendo assim, pretende-se com este trabalho apresentar dificuldades da disseminação do software de simulação energética Design Builder no mercado brasileiro, assim como a resistência em adotá-lo. Para tal, serão apresentados tanto o software quanto os pontos fortes e fracos, onde ele poderia melhorar visando sua utilização por usuários brasileiros.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi utilizada uma metodologia composta por pesquisa bibliográfica documental, busca de manuais sobre aplicativos de simulação, com foco no Design Builder, uso experimental da versão de testes do programa pelos autores e entrevistas com diversas empresas do ramo, dentre elas empresas de consultoria, planejamento e projeto visando qualidade ambiental e laboratórios de referência no estudo de eficiência energética e conforto.

A pesquisa bibliográfica documental foi primordial a fim de entender não só a essência da simulação computacional, mas também a base da busca do homem pelo conforto ambiental e da eficiência energética através da arquitetura. Depois de construída uma base com os conhecimentos teóricos de conforto, simulação e eficiência energética, foram estudados alguns dos programas conhecidos do meio por seus grandes diferenciais como Energy Plus, Autodesk Ecotect Analysis e Design Builder.

Para adquirir experiência e testar a receptividade do programa a novos usuários, foi utilizada a versão disponibilizada do programa de testes por um período de 30 dias, encontrada no site da própria Design Builder Software (DBS), desenvolvedora do Design Builder. Nele foi desenvolvida uma modelagem de edifícios já existentes por alunos do curso

de Arquitetura e Urbanismo a fim de verificar as condições de conforto dos mesmos. Contudo, nenhum dos usuários possuía experiência com o programa o que permitiu uma perfeita percepção de “novo usuário”. A experiência dos alunos foi somada à opinião de empresas de arquitetura e de consultoria e projeto de qualidade e conforto ambiental através de pesquisa feita utilizando a plataforma de formulários da Google, o Google Forms. Nessa pesquisa, 30 empresas de diferentes estados brasileiros receberam um formulário com onze perguntas acerca de sua experiência com simulação, estudo de eficiência energética e sua aplicação no mercado. Apenas 10 das empresas entrevistadas responderam, o que serviu como base para traçar o perfil de “usuário experiente”. Os dois perfis foram analisados e a partir daí foram identificados pontos onde o Design Builder não atende satisfatoriamente o público brasileiro

3. A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E O DESIGN BUILDER

O processo projetual, no que se refere à disposição de aberturas para ventilação e iluminação natural, radiação solar, forma do edifício e materiais empregados, por muitos anos, foi definido, em grande parte, de forma intuitiva, ou seja, os cálculos estruturais e matemáticos limitavam-se à análise estrutural e da ergonomia dos espaços. Até mesmo os cálculos das potências dos equipamentos a serem instalados, eram habitualmente realizados com base na experiência e em cálculos empíricos, o que muitas vezes resultava em sobre dimensionamento das potências instaladas com o conseqüente aumento do consumo e custos de manutenção. Esta prática dificultava o processo de análise e a definição de metas que resultassem no aumento da eficiência energética, e também gerava entropia no próprio processo de controle regulamentar (Jesus, 2011).

O uso por ferramentas computacionais no desenvolvimento de projeto de arquitetura é recente e ainda é limitado o número de profissionais que conhece recursos existente para simular aspectos internos e externos de um edifício. Os softwares utilizados nas simulações computacionais auxiliam na visualização e interpretação do comportamento do ambiente, e podem gerar respostas próximas a realidade, contribuindo nos processos de projeto em Arquitetura. É importante que durante a fase projetual, o arquiteto tenha segurança de que as soluções propostas contemplarão as exigências de projeto e, as simulações viabilizam estudos quantitativos e qualitativos do ambiente, através de resultados numéricos e de representações realísticas do espaço projetado.

Na área de conforto ambiental e eficiência energética as ferramentas de simulações contribuem para melhor compreensão das relações existente entre o edifício, o clima, atividades realizadas, seus usuários e equipamentos utilizados. Ainda permitem reproduzir elementos que podem ser utilizadas para testar o comportamento do edifício sob diversos aspectos, atribuindo ao modelo simulado, características realísticas.

Os programas e softwares de simulação, disponíveis para calcular o consumo previsível de um edifício, podem ser classificados, segundo Jesus (2011), da seguinte forma:

- Modelos simplificados monozona: Estes modelos fazem a análise do comportamento do edifício como um único volume, ou seja, apenas considerando condições e características mais gerais associadas ao referido volume (localização, temperatura exterior, distâncias e obstáculos, tipo de volume, tipo de envolvente, outros); e

- Modelos detalhados multizona: Esta análise, sendo muito mais específica do que a anterior, separa o edifício em zonas, atribuindo-lhe diferentes características. Desta forma, permite a obtenção de um resultado final próximo da realidade, desde que assegurados todos os requisitos de informação exigidos pela ferramenta, que contrariamente à anterior, apresenta características de elevada especificidade e pormenorização.

Para a melhor utilização e otimização das características e "outputs" produzidos por estas ferramentas, devem ser identificadas e fornecidas informações (elementos) sobre os fatores externos, bem como a especificação das condições de relacionamento entre o edifício e esses mesmos fatores externos. São eles:

- As características do local, tais como: a orientação solar, a direção do vento dominante, o sombreamento provocado pela envoltória, entre outras; e
- Condicionantes internos, onde são analisados: a forma do edifício, localização e dimensão das aberturas, os materiais utilizados, a dimensão dos espaços e as atividades existentes, as áreas climatizadas e não climatizadas, bem como outras características de projeto determinantes para a sua adequada análise.

A seguir são exemplificadas algumas ferramentas de simulação de desempenho energético do edifício que se encontram disponíveis no mercado, algumas delas de utilização gratuita, e outras apenas acessíveis de forma comercial, com ênfase nas dificuldades de implementação do Design Builder no mercado brasileiro.

3.1 Energy Plus

O Energy Plus é um software que permite gerar análises energéticas e simular cargas térmicas das edificações a fim de determinar seu consumo de energia nos sistemas de aquecimento, iluminação e ventilação.

Tal programa possui alguns diferenciais que o colocam a frente dos demais softwares de simulação dentre eles, intervalos de tempo menores que uma hora, bibliotecas diversificadas com diversos tipos de esquadrias, controle de luz do dia, sistemas de condicionamento de ar configuráveis, dentre tantos outros. Entretanto o programa em si não dispõe de uma interface amigável. Nele, é necessário, fornecer ao programa um grande número de informações e dados, tais como características construtivas e condições do meio onde o edifício está inserido. Por exemplo, para criar uma zona térmica, denominação dada pelo Energy Plus para o ambiente a ser analisado, é necessário, criar um arquivo e atribuir a ele características da parede como material, dimensões e camadas. Depois disso, preencher uma tabela informando as coordenadas da zona, e descrever cada uma das paredes do ambiente (norte, sul, leste e oeste) e inserir no programa para que ele processe. O programa ainda possui uma interface constituída por tabelas e números, sem existir um ambiente de desenho bidimensional ou de modelagem 3D, conforme ilustrado na Figura 1. Isso significa que ele depende de programas como o Autodesk AutoCAD e SketchUP para desenvolver o modelo. Este, deve ser importado ao programa em formato compatível e os demais dados, como características de materiais e dimensões das paredes, devem ser inseridos de maneira textual, preenchendo as lacunas existentes no programa, destinadas a isso.

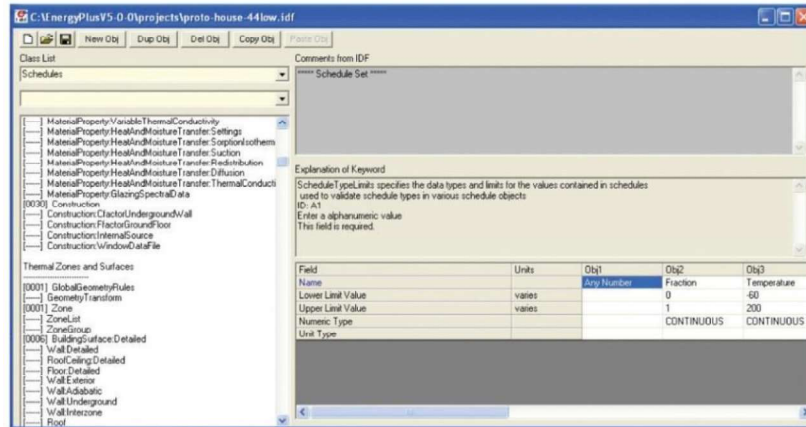


Figura 1: Interface e Inserção de dados do EnergyPlus

3.2 Autodesk Ecotect Analysis

O Software Ecotect Analysis apresenta um método bem diferente do Energy Plus. Possui uma interface amigável e autoexplicativa com um sistema de modelagem 3D interativo (Fig. 2). Nele é possível realizar simulações de insolação e iluminação, assim como condições de temperatura de determinado ambiente e os resultados das simulações são apresentados diretamente no contexto do modelo de construção.

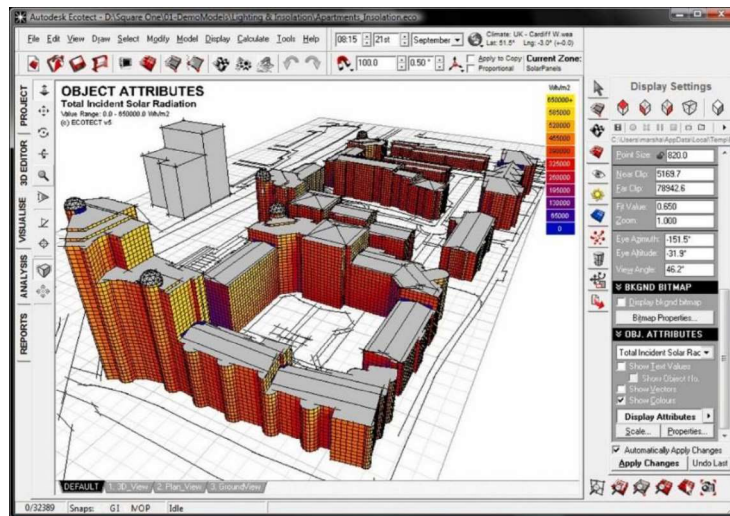


Figura 2: Interface de modelagem do Ecotect. Fonte: Rundell, 2008

Em junho de 2008, a empresa até então responsável pelo produto, a “Square One Research”, vendeu o software para a Autodesk que acrescentou a este, ferramentas que possibilitaram uma maior integração ao software “Revit Architecture”. O “Autodesk Ecotect Analysis” se diferencia dos outros programas de simulação por focar na parte inicial de projeto, durante o estudo da forma arquitetônica do edifício. A análise e simulação nesse momento em que decisões simples podem ser determinantes, pode contribuir muito para alcançar o desempenho exigido nos edifícios modernos atuais.

A Autodesk, porém, em março de 2015, anunciou que novas licenças para o software não seriam lançadas. As licenças existentes, seriam mantidas em funcionamento e continuariam

recebendo o suporte técnico da Autodesk. Ela decidiu que o “Ecotect Analysis”, antes independente, irá fazer parte do conjunto de funcionalidades da família de produtos Revit. O objetivo da empresa ao fazer isso, é integrar os softwares a fim de concentrar e otimizar as equipes e recursos para o desenvolvimento de softwares relacionados ao sistema BIM. (Autodesk Education Community, 2015).

3.3 Design Builder

No meio desse grande número de programas, surgiu no ano 2000, o programa Design Builder. Amplamente usado no exterior, o programa desempenha um papel ainda não encontrado entre os programas já conhecidos como Energy Plus e o Ecotect, já que concilia uma interface de modelagem amigável (Fig. 3) com uma grande capacidade de análises em diversos panoramas. O programa foi construído a partir do motor Energy Plus e, como tal, ele possibilita o cumprimento de um dos quesitos para certificação de seus resultados perante a LEED, feita pela organização U.S. Green Building Council (USGBC) de acordo com a racionalização dos recursos (eletricidade, etc.) do edifício.

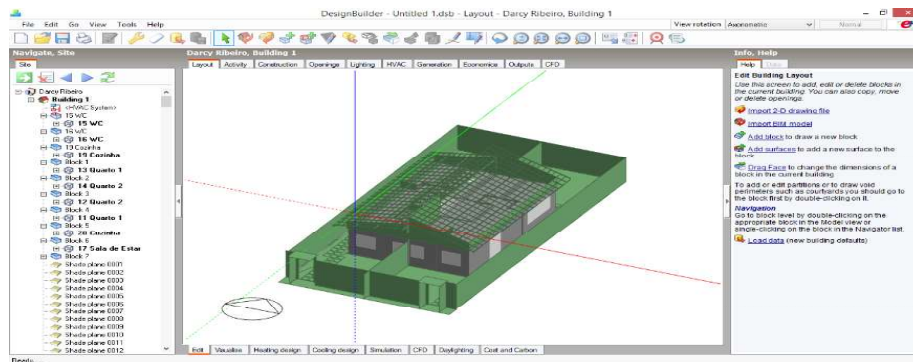


Figura 3: Interface de modelagem do Design Builder

Por ter sido desenvolvido a partir do Energy Plus, ele permite a inserção de maiores recursos de envoltória e envidraçamento quando comparado ao seu programa raiz. Além disso, no Design Builder existe um enorme banco de dados de materiais, construções, caixilharia e persianas que pode ser utilizado para aproximar ao máximo o modelo de simulação do modelo real. Também possui as opções do Compact AVAC (HVAC) que permite a montagem e simulação de um grande número de sistemas de aquecimento e resfriamento, com facilidade e sem a necessidade de elaboração de diagramas complexos.

Conforme mencionado anteriormente, a experiência dos estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da UVV, somada à opinião de empresas de consultoria e projeto de qualidade e conforto ambiental foram identificados pontos onde o Design Builder não atende satisfatoriamente o público brasileiro.

4. Resultados

Conforme citado anteriormente, e de acordo com as dez entrevistadas, 8 das empresas que trabalham com eficiência energética utilizam softwares de simulação e apenas 2 não os utiliza. Quando questionado sobre o motivo da não utilização de softwares, uma das empresas entrevistadas registrou o seguinte depoimento:

“Na verdade, tive acesso e conheci o software Design Builder, que utilizei em minha dissertação de mestrado. Posteriormente abri a empresa com o objetivo de incluí-lo no nosso leque de serviços. Entretanto, o mercado parece ainda não ter absorvido a necessidade de proceder investigações a respeito do consumo de energia dos edifícios antes da construção. Estamos preparados para atender às demandas preliminares do mercado, seguros de que, com o aumento na procura, poderemos desenvolver e divulgar melhor o assunto e inclusive nosso conhecimento a esse respeito ainda mais.”

As empresas que utilizam softwares de simulação energética foram questionadas sobre o programa utilizado. Dessas, nenhuma das empresas que responderam ao questionário utilizava DOE-2, ficando divididas em 4 para o Energy Plus (50%), 2 entre Ecotect Analysis (25%) e 2 Design Builder (25%), conforme Figura 4.

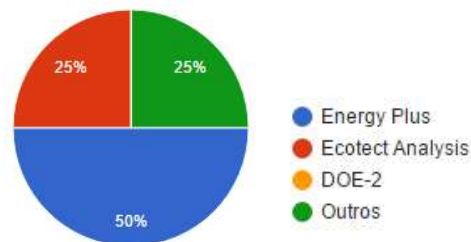


Figura 4: Softwares utilizados pelas empresas entrevistadas.

Foi verificado ainda que 8 dos entrevistados (62,5%) conhece, mas não utiliza o Design Builder (Fig. 5) sendo, como as principais causas de não utilização, à dificuldade com o idioma inglês, o desconhecimento da ferramenta e o uso de outro programa de simulação.



Figura 5: Percentual de utilização do Design Builder pelas empresas entrevistadas.

O resultado mostrou também que, sem uma versão atual traduzida para o português e devido ao uso de um vocabulário em inglês instrumental específico da área, o Design Builder torna o entendimento de suas funções e ferramentas, principalmente para pessoas que não dominam o idioma, difícil e demorado. As entrevistas também demonstraram que se fosse disponibilizado uma versão traduzida para o português brasileiro, 50% das empresas que conhecem, mas não utilizam o programa, passariam a adotá-lo nas suas análises de desempenho do edifício.

A Design Builder Software (DBS), empresa que desenvolveu o programa, promove periodicamente cursos de treinamento e capacitação, presenciais e online, a fim de preparar os profissionais para o uso do programa. No entanto, percebe-se que esses cursos presenciais acontecem em diversos países, porém não no Brasil. Para atender a demanda

nacional, a empresa disponibiliza de cursos online. Entretanto, os cursos online também não oferecem suporte para o português nem por tradução simultânea, nem por meio de legendas. Quanto à valores, os cursos online custam entre €300,00 e €400,00 e os valores, na modalidade presencial, variam de acordo com o país onde serão ministrados. A DBS oferece, esporadicamente, treinamentos gratuitos, esses treinamentos têm duração de aproximadamente uma hora e tem quase total caráter ilustrativo sem grandes aprofundamentos na capacidade de simulação e modelagem do programa. O cronograma com data e horário, assim como método de inscrição para cada modalidade de curso, pode ser encontrado no site oficial da DBS. Ainda, de acordo com as entrevistas, todas as empresas cogitariam o uso do programa caso houvessem cursos de preparação, presenciais e em português, do mesmo.

Outras dificuldades mencionadas por usuários do programa, foram a não-regionalização da biblioteca de materiais e a dificuldade no preenchimento dos dados requeridos para a simulação. Pensar em simulação de desempenho energético de edifícios em países diferentes, visa ter em mente a diversidade de métodos construtivos, para assim, o software ter um alcance e utilidade global. É necessário estudar os materiais mais comumente aplicados em cada região para que o modelo projetado seja satisfatório e corresponda às expectativas, não produzindo dados incorretos. No caso do Brasil, faltam alguns materiais e revestimentos de paredes, assim como esquadrias específicas. Sobre um contexto geral, faltam ao programa ferramentas que possibilitem um melhor desenvolvimento do modelo de estudo como aplicação de telhados e áreas de pátios. Quanto à simulação, o Design Builder, em sua biblioteca standard de dados, verifica insuficiência de dados relativos ao clima de países tropicais. Informações como umidade do ar e temperatura média precisam constantemente ser ajustadas manualmente devido aos seus valores que não representam a realidade.

Por outro lado, as empresas relataram, como vantagens do uso do Design Builder a relação entre a interface amigável e a grande capacidade de análise, considerada principal diferencial do programa, e a capacidade de validação perante a certificação LEED que é um dos métodos de avaliação de sustentabilidade utilizado no mercado brasileiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os edifícios são grandes consumidores de energia, tendo a iluminação e o condicionamento de ar, os grandes responsáveis por esse consumo. A simulação computacional no processo de projeto vem contribuir e facilitar o entendimento do desempenho térmico, acústico e lumínico prevendo possíveis problemas que só seriam percebidos durante a utilização e ocupação da edificação. O programa Design Builder foi lançado visando suprir uma lacuna existente entre os programas já difundidos no mercado brasileiro, entretanto, os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam que o vocabulário com uso de inglês instrumental específico da área, a falta de cursos de capacitação, a não-regionalização da biblioteca de materiais são os principais obstáculos para seu uso, no mercado brasileiro.

Segundo os resultados apresentados, é possível perceber que existe potencial para consolidação do Design Builder no mercado brasileiro. Essa consolidação deve ser resultada de ações de ambos os lados, clientes e a Design Builder Software. Pelo lado dos clientes, é necessário haver um interesse maior quanto a investigação a respeito do consumo de energia dos edifícios antes da construção e a busca por empresas que atendam a essa

necessidade. Vale ressaltar, apesar de não ter sido o foco deste trabalho mas que abre oportunidades para futuras pesquisas, o uso acadêmico do programa que está presente em núcleos de pesquisa e laboratórios, em diversas universidades auxiliando no ensino e desenvolvimento de futuros profissionais. Dentre as universidades podemos citar o LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações na UFSC, o LABESBIM - Laboratório de Engenharia Simultânea e BIM na UFES e o NEP – Núcleo de Estudos e Práticas na UVV-ES. Cabe a DBS, por sua vez, atender aos requisitos dos usuários mostrados no resultado, como atenção a uma biblioteca de materiais regionalizada, tradução ao idioma local e a realização de cursos de capacitação que se encaixem ao perfil de usuário brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Autodesk Education Community, 2015. *Sustainable Building Design Software*. [online]. [cited 5 July 2016] Available from: <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/software/ecotect>
- CELPE - Centro brasileiro de informação de eficiência energética. 2006. *Etiquetagem em Edificações*. São Paulo: PROCEL
- Jesus, L. A. N. 2011. *Metodologia de aplicações de conceitos de sustentabilidade aplicados à edifícios*. Portugal: Universidade de Minho.
- Lamberts, R.; Dutra L. & Pereira F.O.R. 2010. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Eletrobrás
- Melo, A. P.; Westphal, F. S. & Matos, M. 2009. *Apostila do Curso Básico de Energy Plus*. Santa Catarina
- Ministério de Minas e Energia. 2016. *Relatório Síntese ano base 2015*. Rio de Janeiro: EPE
- Moura, E. 2009. *Tecnologia: Fachadas Respirantes*. Edição 144. São Paulo: Technè
- Naturalworks. 2009. *Introdução a simulação do comportamento térmico dos edifícios*. 8 ed. Lisboa.
- Papa, R. P. & De Souza, R. V. G. 2010. Análise do desempenho térmico de uma edificação em termos da classificação junto ao RTQ-C: *Simulação computacional das salas de aula do 3º andar da escola de arquitetura da UFMG*. ENTAC 2010, Rio Grande do Sul
- Rohleder, E.; Speck, H. J. & Gómez, L. A. 2000. *A Importância do desenho no processo de Projeto*. Santa Catarina: UFSC.
- Rupp, R. F. & Ghisi, E. 2013. *Potencial de economia de energia elétrica através do uso da luz natural e da ventilação híbrida em edifícios comerciais em Florianópolis*, Rio Grande do Sul
- Takaoka, M.; Campos, E. F. 2013. *Boletim Informativo do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável*. 7 ed. São Paulo: CBCS Notícias
- Trindade, S. C. 2006. *Simulação computacional como ferramenta de auxílio ao projeto: aplicação em edifícios naturalmente ventilados no clima de Natal/RN*. Rio Grande do Norte: UFRN
- Rundell, R. 2008. *BIM and Autodesk Ecotect (1-2-3 Revit Tutorial)*. [online]. [cited 07 August 2016] Available from: <http://www.cadalyst.com/aec/bim-and-autodesk-ecotect-1-2-3-revit-tutorial-3775>