



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

PROGRAMAÇÃO VISUAL INTEGRADA NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DURANTE O PROCESSO PROJETUAL

Pedro Henrique Gonçalves (1) Michele Tereza Marques Carvalho (2);

(1) Doutor, docente, arquiteto.ph@gmail.com, Universidade Federal de Goiás, Avenida Bom Pastor, S/N, Bairro Areião, Cidade de Goiás, (62) 3371-1511.

(2) Doutora, docente, micheletereza@gmail.com, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro. Bloco sg 12 - Brasília

RESUMO

A construção civil brasileira hoje vive um período de grandes mudanças, devido à implantação da Norma de Desempenho NBR 15.575. Os requisitos de desempenho surgiram como mais um desafio na gestão do processo de projeto de edifícios. As preocupações com as condições do desempenho ambiental das edificações geram um grande número de requisitos em forma de informações, sendo que a prática de projetar com enfoque para o desempenho das edificações deve levar em consideração todos os requisitos no objetivo de melhorar a qualidade final do produto. Para que o desempenho ambiental da edificação seja alcançado, é necessário que os requisitos para tal objetivo sejam identificados e trabalhados na fase de concepção do projeto arquitetônico, dimensionados e especificados os elementos construtivos corretamente. A presente pesquisa teve como o objetivo, demonstrar a possibilidade automatizar a previsão do desempenho térmico por meio de uma estrutura criada pela integração da metodologia BIM com a programação Visual, simulando o desempenho das vedações verticais de acordo com critérios e parâmetros exigidos pela norma NBR 15.575. Os resultados demonstram que a estrutura criada BIM-VPL para avaliação das vedações verticais é capaz de prever e criar diferentes soluções conceituais de projeto em um curto espaço de tempo durante as etapas de desenvolvimento projetual.

Palavras-chave: BIM, desempenho térmico, programação visual.

ABSTRACT

Brazilian construction today is experiencing a period of major changes, due to the implementation of the Performance Standard NBR 15.575. Performance requirements have emerged as another challenge in the management of the building design process. Concerns about the environmental performance conditions of buildings generate a large number of requirements in the form of information, and the practice of designing with a focus on the performance of buildings must take into account all the requirements in order to improve the final quality of the product. In order for the environmental performance of the building to be achieved, it is necessary that the requirements for such an objective be identified and worked in the design phase of the architectural project, dimensioned and specified the building elements correctly. The present research had the objective of demonstrating the possibility of automating the prediction of thermal performance by means of a structure created by the integration of the BIM methodology with Visual programming, simulating the performance of the vertical seals according to the criteria and parameters required by NBR 15.575. The results demonstrate that the BIM-VPL structure created for vertical fence evaluation is able to predict and create different conceptual design solutions in a short time during the design development stages.

Keywords: BIM, thermal performance, visual programming.

1. INTRODUÇÃO

O projeto da edificação é por natureza um processo complexo, fazendo com que a tomada de decisões no projeto torne-se demorada, devido à necessidade de coletar, gerenciar e documentar os dados relevantes, sendo um processo muito trabalhoso (WU, 2010; WONG e KUAN, 2014; JALAEI e JRADE, 2015; ILHAN e YAMAN, 2016; LIM et al., 2016).

Para alcançar este objetivo, o setor da construção vem desenvolvendo projetos de edificações, utilizando a modelagem da informação da construção, conhecida como BIM (do inglês *Building Information Modeling*). Isso permite que as informações de uma edificação em todo o seu ciclo de vida sejam gerenciadas e apresentadas por meio de um modelo digital criado pelo conjunto de dados inseridos no mesmo (JRADE; JALAEI, 2015). De acordo com Wu (2010), este cenário digital vem forçando os profissionais da construção a perceberem a importância de criar metodologias consistentes para a avaliação quantitativa e qualitativa do desempenho do ambiente construído, a fim de orientar eficientemente o projeto para a construção de edifícios.

De acordo com Kensek (2015), nos últimos anos vem crescendo no mundo o número de profissionais de construção (especialmente arquitetos e engenheiros) que se interessam mais por ferramentas de programação visual, as quais lhes permitem criar algoritmos geradores de formas personalizados, sem ter que primeiro aprender a escrever códigos puros de programação.

Isso foi possível através da Linguagem de Programação Visual (em inglês Visual Programming Language – VPL). Anteriormente, a aplicação da Programação Visual estava focada em abordagens algorítmicas e generativas, para gerar e manipular formas por regras e restrições (LEITÃO, SANTOS E LOPES, 2012). Atualmente, com o desenvolvimento de processos e ferramentas BIM, criou-se novas oportunidades de uso do VPL, como a manipulação da informação embutida no modelo BIM. Assim, os usuários do BIM-VPL podem automatizar muitas tarefas em seu fluxo de trabalho de projeto BIM, desenvolvendo scripts personalizados para o gerenciamento de dados gerando links entre múltiplas aplicações para estudos e análises adicionais (AUTODESK, 2016).

Kensek (2015) argumentou que a ferramenta de programação visual pode suportar diversos tipos de estudos nos estágios iniciais do projeto arquitetônico. Kensek (2015) e Kim et al. (2015) implementaram um algoritmo para criar estruturas e fluxos de trabalho, a fim de analisar o desempenho energético em construções. Konis, Gamas e Kensek (2016) desenvolveram uma estrutura lógica para estudar o desempenho térmico passivo nas fases iniciais do projeto. Seghier et al. (2017) desenvolveram uma ferramenta para o desempenho térmico do envelope da edificação por meio do VPL. Mororó et al. (2016) codificou os modos de morar de diferentes tipologias de habitações de interesse social, gerando uma ferramenta capaz de propor moradias a partir de parâmetros inseridos no modelo BIM.

Os objetivos da programação convencional e a programação visual essencialmente são os mesmos – permitir ao usuário definir um conjunto de algoritmos por meio de texto, formatado em certa sintaxe ou de forma visual. Já a programação visual funciona de maneira mais intuitiva, conectando "nós", que representam vários comandos pré-estabelecidos. Os nós são caixas com códigos de programação em Python com entradas e saídas, as quais gerenciadas com outros nós, geram uma ação no software. Como, por exemplo, as Figuras 1 e 2 mostram um algoritmo para “desenhar um círculo através de um ponto”, definido em modelo de programação textual e visual (PAVLOV, 2015). Ambos os exemplos fazem a mesma operação e possuem a mesma entrada e saída.

```
myPoint = Point.ByCoordinates(0.0,0.0,0.0);  
  
x = 5.6;  
  
y = 11.5;  
  
attractorPoint = Point.ByCoordinates(x,y,0.0);  
  
dist = myPoint.DistanceTo(attractorPoint);  
  
myCircle = Circle.ByCenterPointRadius(myPoint,dist);
```

Figura 1 - Exemplo de programação textual.

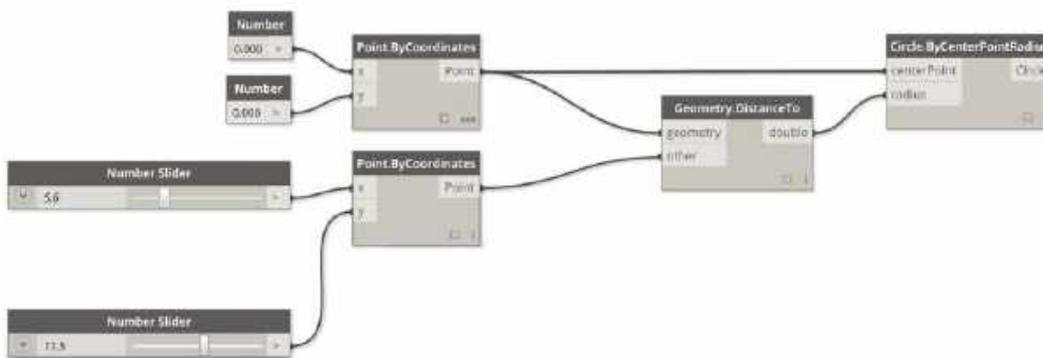


Figura 2 - Exemplo de programação visual

No campo do VPL integrado ao BIM, os principais softwares utilizados são o Grasshopper e o Dynamo. O Grasshopper é uma das principais ferramentas de programação visual na indústria de construção. É uma ferramenta de fonte aberta baseada na comunidade que está vinculada ao software Rhinoceros (ferramenta baseada em CAD) e atualmente ao ArchiCAD por meio de um plug-in (SEGHIER et al., 2017). O Dynamo também é uma ferramenta de fonte aberta, porém seu vínculo de criação é o Revit. Ambas as ferramentas permitem a realização de várias análises ambientais e otimização de desempenho, devido à sua ligação a vários mecanismos de simulação e suas bibliotecas de pacotes pré-concebidos.

O Dynamo, da mesma forma que o Grasshopper, funciona por meio de um plugin, sendo utilizados especialmente na melhoria do processo de projeto e fluxo de informações. A ferramenta fornece aos projetistas uma integração em tempo real com o modelo criado na plataforma do Revit, gerando relacionamentos programáticos por meio de uma interface gráfica.

A capacidade do Dynamo de manipulação dos parâmetros da ferramenta de criação BIM adicionou um nível extra de associatividade e criou novas oportunidades para colaboração interdisciplinar no processo projetual (KENSEK e NOBLE, 2014). Vários tipos de dados podem ser manipulados usando o Dynamo, como valores de parâmetros, geometria familiar, posicionamento familiar, criação de arquivos, levantamentos de dados, etc. Ao criar novos elementos no Revit usando o Dynamo, o usuário pode ajustar seus parâmetros manualmente no Revit. Além disso, o mesmo script Dynamo pode ser reutilizado para diferentes projetos.

O VPL pode ser separado em duas tarefas principais: a criação de relações paramétricas dentro da geometria do design e sua capacidade de leitura a partir de bancos de dados externos (SGAMBELLURI, 2015). Por exemplo, a integração do Dynamo para o Revit permite que o Dynamo manipule e gerencie todos os parâmetros do modelo BIM. Dessa forma, o Dynamo é capaz de ler e gravar dados do banco de dados do Revit por meio da sua interface Revit API, que permite construir links a programas externos.

De acordo com Negendahl (2015), nos últimos anos, foram desenvolvidas novas formas de integrar ferramentas de projetos e ferramentas de simulação para a avaliação de desempenho simultaneamente (building performance simulations - BPSs). Esses novos métodos fornecem feedback de desempenho diretamente na ferramenta de projeto nativo e abre-se para cenários de novos conceitos, anteriormente inacessíveis para arquitetos e engenheiros durante os estágios iniciais do projeto.

A integração de uma ferramenta de projeto com uma ferramenta de avaliação muda fundamentalmente o desenvolvimento de projeto de construção em um processo mais rápido, mais consciente e mais eficiente, o que facilita a produção de múltiplas alternativas de projeto, automatizando a avaliação do desempenho em tempo real ainda no estágio inicial do projeto.

Desta forma, entende-se que pesquisas na área de gestão da informação voltada ao desempenho dos requisitos de habitabilidade na etapa de desenvolvimento de projeto auxiliariam os profissionais, alinhando com a promoção das mudanças significativas na tomada de decisão quanto à seleção dos sistemas construtivos a serem incorporados às edificações. Na visão da situação atual do Brasil, percebe-se que este cenário é promissor e altamente relevante para o aprimoramento dos projetistas na cadeia da indústria da construção civil.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é propor uma estrutura integrada ao processo projetual em BIM para auxiliar os projetistas nas suas tomadas de decisão nas etapas iniciais do projeto, gerenciando o fluxo de informação contida nos modelos 3D, simulando o desempenho térmico vedações verticais a luz da NBR 15.575 (2013).

3. MÉTODO

O trabalho iniciou-se com a interpretação de todos os critérios relevantes, como a solicitação de dados de equação (Input) necessários para se avaliar os requisitos de desempenho térmico para vedações estabelecidas na NBR 15575 (2013), que de acordo com a norma são a transmitância térmica (U) e a capacidade térmica (CT) (Output).

Sequencialmente buscou-se identificar a existência das funcionalidades e os parâmetros disponíveis na ferramenta BIM Autodesk Revit, tendo como objetivo a verificação das informações necessárias para alimentar as equações avaliativas e como as mesmas podem ser extraídas do modelo 3D BIM utilizando o VPL. A Figura 3 mostra o fluxo de informações desenvolvido para o funcionamento da estrutura analítica.

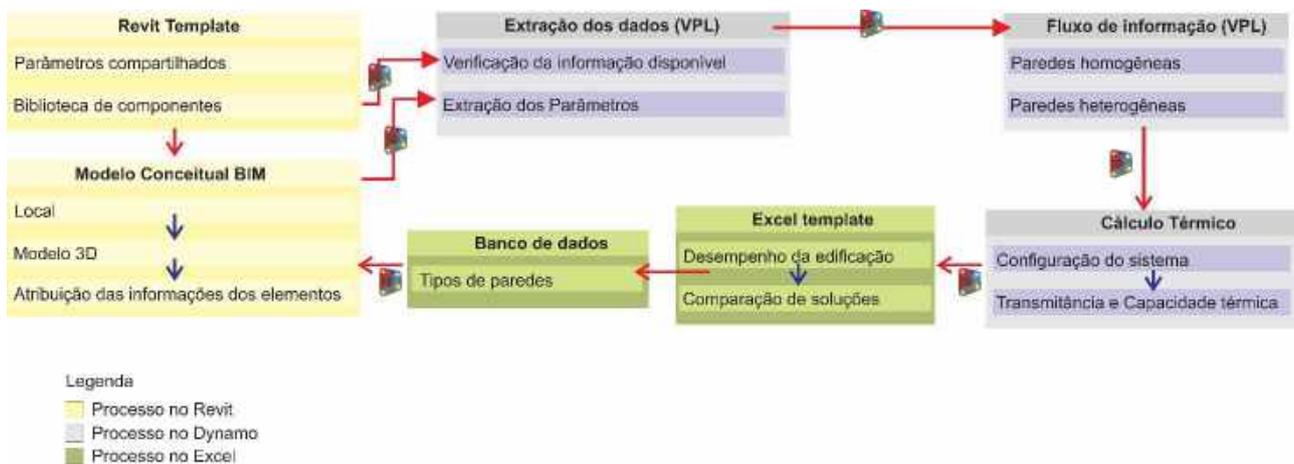


Figura 3 - Fluxo de trabalho para o desenvolvimento da ferramenta para a análise

Fluxo de informação

A etapa seguinte teve como objetivo construir um fluxo lógico de extração de dados, permitindo a gestão da informação, ordenando as sequências de extração e a interação entre os dados dos modelos BIM e a programação visual. Sendo assim, as paredes foram separadas em paredes externas e internas, seguida da identificação dos ambientes de que cada parede era inserida, quais paredes se configuravam como sistema homogêneo (paredes cegas) ou heterogêneo (paredes com portas e/ou janelas), procedimentos de cálculos seguindo a NBR 15220 (2005), sistematização das informações e a exportação dos resultados em planilhas Excel.

Exportação e controle dos dados

As planilhas do Excel foram programadas para serem criadas automaticamente por uma função de exportação de dados inserido na ferramenta de análise. As planilhas tiveram o objetivo de hospedar os resultados da análise do modelo BIM. Estas informações extraídas foram separadas em linhas e colunas distintas para a realização das avaliações necessárias a respeito do desempenho térmico das vedações da edificação.

Este processo foi idealizado buscando a criação de um banco de dados de diferentes soluções, pois o usuário criaria apenas uma nova folha dentro da planilha existente para arquivar os resultados obtidos. Assim, estes resultados auxiliariam na tomada de decisão durante o projeto.

Validação

Foi utilizado um modelo de habitação de interesse social (A) do programa MCMV (Figura 4) desenvolvido pelo MDIC a fim de validar o funcionamento da ferramenta. Sequencialmente foram simuladas as vedações verticais de mais duas propostas (B e C) baseadas nos resultados da implementação da estrutura, alterando-se as composições de elementos construtivos de acordo com os resultados simulados.



Figura 4 – Planta do estudo de caso

4. RESULTADOS

Para que a ferramenta tivesse êxito, seu funcionamento foi desenvolvido utilizando a interface gráfica do Revit mas de forma autônoma. A Figura 5 ilustra a tela principal do Revit; na aba ‘Manage’ existe o ícone para acessar o Dynamo (VPL). A partir da versão Revit 2016, o VPL é integrado em seu sistema, sem a necessidade de instalação de software externo.

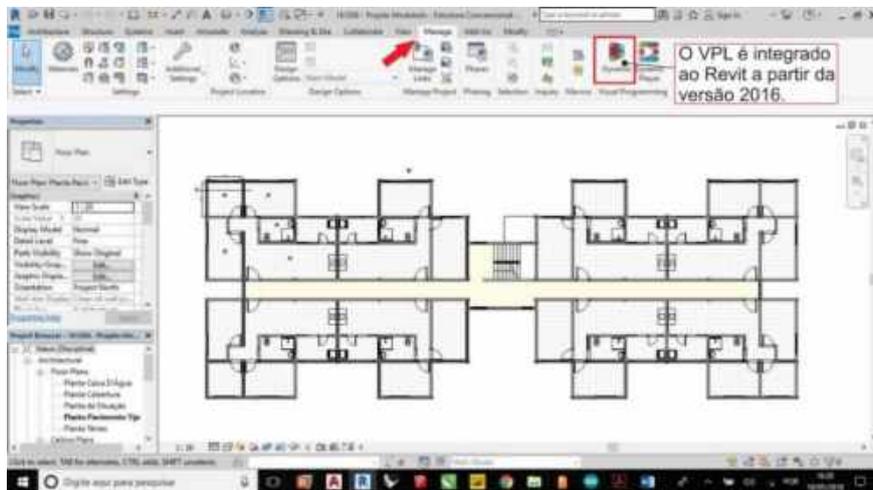


Figura 5 - Tela principal do Revit

Após o usuário clicar no ícone do Dynamo, abre uma nova tela de entrada com as opções básicas do sistema, como, por exemplo, iniciar um novo projeto ou abrir um projeto já construído (Figura 6).

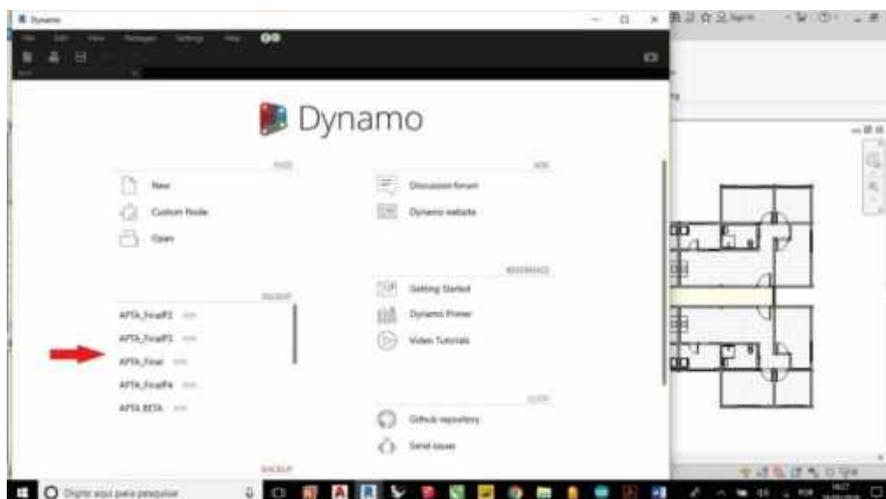


Figura 6 - Tela de entrada do Dynamo

A Figura 7 ilustra a tela de criação do Dynamo já com a programação criada. Nesta etapa o usuário pode escolher se deseja deixar a ferramenta rodando de forma automática ou manual. A escolha da forma automática resulta em deixar a ferramenta rodando durante o processo projetual, qualquer alteração nas vedações verticais no projeto será simulada em tempo real com a exportação dos resultados. A opção manual possibilita, ao usuário, a escolha de “rodar” a simulação quando ele achar necessário.

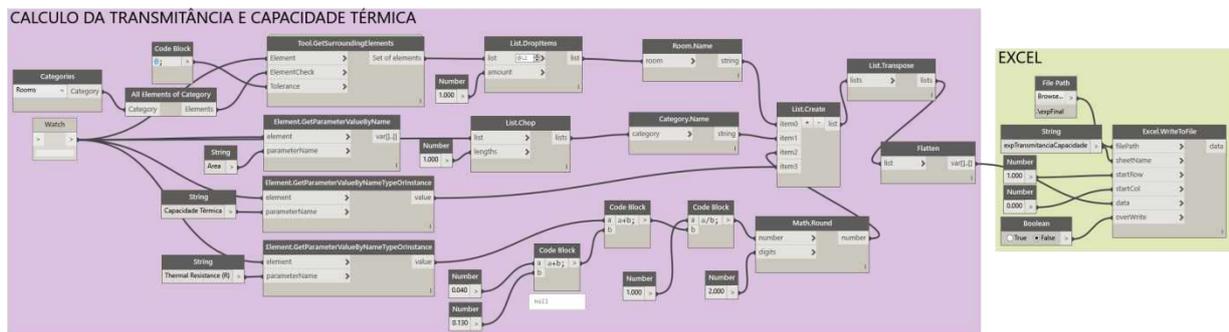


Figura 7 - Tela de programação visual do Dynamo

Os dados simulados foram exportados para uma planilha Excel. E, por fim, os dados são comparados com os requisitos normativos. Caso haja alguma alteração no projeto, o Excel emite um aviso perguntando se o usuário deseja atualizar os resultados antigos, gerando uma nova simulação (Figura 8). Ficando a cargo do usuário a decisão de sobrescrever os dados antigos ou criar uma nova planilha, alimentando um banco de dados de soluções.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1						TRANSMITÂNCIA TÉRMICA		CAPACIDADE TÉRMICA		
2	APARTAMENTO 3 QUARTOS			Zonas 1 e 2		Zonas 3,4,5,6,7 e 8		Zonas 1,2,3,4,5,6 e 7 Zona 8		
3	Ambiente		U	CT	U ≤ 2,5	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5	CT ≥ 130	Não se aplica	
4					α ≤ 0,6	α ≤ 0,6	α > 0,6			
5	Sala e Cozinha Integrada 1	PROPOSTA 01	2,75	185	Não Passa	Passa!	Não Passa	Passa!	-	-
6		PROPOSTA 02	2,49	142,7	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
7		PROPOSTA 03	1,92	142,7	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
8										
9	Quarto 01 4	PROPOSTA 01	2,75	0	Não Passa	Passa!	Não Passa	Não Passa	-	-
10		PROPOSTA 02	2,49	142,70	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
11		PROPOSTA 03	1,92	142,70	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
12										
13	Quarto 02 2	PROPOSTA 01	2,81	206	Não Passa	Passa!	Não Passa	Passa!	-	-
14		PROPOSTA 02	2,49	142,7	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
15		PROPOSTA 03	1,92	142,7	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
16										
17	Quarto 03 3	PROPOSTA 01	2,75	208	Não Passa	Passa!	Não Passa	Passa!	-	-
18		PROPOSTA 02	2,49	142,7	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
19		PROPOSTA 03	1,92	142,7	Passa!	Passa!	Passa!	Passa!	-	-
20										
21	APARTAMENTO 2 QUARTOS									

Figura 8 - Exemplo da planilha final exportada do Dynamo para o Excel

O processo ora explicado ilustra a simplicidade de se utilizar a ferramenta depois de sua criação, reforçando a potencialidade do uso do VPL no processo de projeto. A dinamicidade da ferramenta facilita o processo de projeto, ao mesmo tempo em que aumenta a qualidade e reduz o tempo gasto na avaliação do desempenho, devido à facilidade de uso da mesma.

A extração das informações que correspondem exatamente ao seu elemento e o local em que ele está inserido foram o ponto chave de todo o desenvolvimento da ferramenta, sendo também a principal dificuldade vivenciada durante todo o desenvolvimento da mesma, necessitando do projetista um conhecimento sobre o software de projeto BIM (neste caso o Revit) e os locais corretos para a inserção das informações, sem as informações a ferramenta não tem funcionalidade.

Identificar a influência negativa e propor a troca apenas de uma parede que não atendeu a um determinado requisito dentro de um determinado ambiente, terá um impacto menor que a mudança de todo um sistema. Tornando a tomada de decisão muito mais rápida e fácil, bem como reduzindo o tempo gasto no desenvolvimento dos projetos.

Como indicado no método, foram feitas três simulações de desempenho para a validação do objetivo do trabalho, uma simulação sobre o modelo original e outras duas simulações alterando-se algumas características construtivas do modelo original. A título de exemplificação, os resultados de todas as

simulações foram exportados para planilhas do Excel. A Figura 8 ilustra os resultados exportados da simulação do desempenho térmico, demonstrando que, ao final do processo, os resultados são agrupados por tipo de ambiente e informando ao usuário o desempenho simulado no projeto.

A proposta deste trabalho não foi demonstrar a eficiência dos requisitos de avaliação proposto pela NBR 15.575 (2013) ou dos métodos matemáticos contidos na NBR 15.220 (2005) e sim demonstrar a potencialidade de integrar a programação visual nos processos de avaliação durante a etapa do desenvolvimento do projeto. Muitos trabalhos publicados já demonstraram as lacunas contidas neste processo simplificado de avaliação do desempenho térmico, porém se justifica a sua utilização do método por ser referenciado pela norma brasileira, entendendo que não é a melhor situação.

O processo de integração do VPLO facilita a tomada de decisão pelos projetistas, já que eles podem avaliar diferentes resultados em um mesmo documento. A automação da gestão do fluxo de informações separa os resultados em diferentes planilhas, organizando e alterando automaticamente os valores caso o projeto sofra alguma alteração.

A estrutura criada demonstra uma diminuição no número de etapas dentro do processo de projeto, integrando a etapa de avaliação e especificação de materiais nas etapas iniciais do projeto arquitetônico. Foi criado um fluxo para a formação de um banco de dados de soluções na etapa de tomada de decisões, reduzindo o tempo de criação de soluções. Possibilitando aos projetistas, a criação de mais estudos em projeto e aumentando as possibilidades de se escolher a solução que terá o menor custo com o maior desempenho térmico.

5. CONCLUSÕES

Como apresentado, a estrutura criada facilitou a avaliação e a tomada de decisão final nas modificações no projeto, pois, baseando-se nos resultados simulados, há a indicação de forma rápida os possíveis elementos construtivos passíveis de serem modificados em determinados sistemas construtivos pontuais.

A ferramenta desenvolvida buscou exemplificar a integração entre diferentes softwares e métodos avaliativos a fim de unificar diferentes áreas dentro do processo de projeto baseado no desempenho em tempo real. A estruturação lógica foi baseada nos métodos previstos na normativa de desempenho brasileira como parâmetro de comparação dos índices de saída do projeto, fornecendo um feedback do desempenho térmico nas etapas iniciais de projeto e criando possibilidades de alterações com baixo impacto no processo projetual, já que a análise pode ser feita ainda no início do projeto. A estrutura calcula as decisões projetuais por meio das informações inseridas pelos projetistas e devolve valores de previsão do desempenho, cabendo, aos projetistas, decidir qual a melhor solução criada, podendo ser utilizado para analisar múltiplas soluções ao mesmo tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15575: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.
- _____. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.
- AUTODESK - Discover Dynamo, 2016. Disponível em: <<http://dynamobim.org/explore/>>. Acesso em: 28 fev. 2018.
- ILHAN, B.; YAMAN, H. Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM-based design decisions, *Automation in Construction*. v. 70, p. 26–37, 2016.
- JALAEI, F.; JRADE, A. Integrating building information modeling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings. *Sustainable Cities and Society*, v. 18, p. 95–107, 2015.
- KENSEK, K. Visual programming for building information modeling: Energy and shading analysis case studies. *Journal of Green Building*, v.10, n. 4, p. 28–43, 2015.
- KENSEK, K. M.; NOBLE, D. E. Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 2014.
- KIM, J. I.; KOO, B.; SUH, S; SUH, W. Integration of BIM and GIS for formal representation of walkability for safe routes to school programs. *KSCE Journal of Civil Engineering*, p. 1-7. 2015.
- KONIS, K.; GAMAS, A.; KENSEK, K. Passive performance and building form: An optimization framework for early-stage design support. *Solar Energy*, v. 125, p. 161–179, 2016.
- LEITÃO, A.; SANTOS, L.; LOPES, J. For Generative Design : Programming Languages For Generative Design. *International Journal of Architectural Computing*, v. 10, n.1, p. 139–162, 2012.
- LIM, Y.-W.; SHAHSAVARI, F.; FAZLENAWATI, N.; AZLI, M. N.; OSSEN, D. R; AHMAD, M. H. Developing a BIM-based process-driven decision-making framework for sustainable building envelope design in the tropics. In: *Developing a BIM-based process-driven decision-making framework for sustainable building envelope design in the tropics* 149, pp. 531–542, (2015), Bristol. Anais... Bristol, Reino Unido, 2015.

- MORORÓ, M. S. M.; ROMCY, N. M. e S.; CARDOSO, D. R.; BARROS NETO, J. P. Proposta paramétrica para projetos sustentáveis de Habitação de Interesse Social em ambiente BIM. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 27-44, out./dez. 2016.
- NEGENDAHL, K.; Building performance simulation in the early design stage: An introduction to integrated dynamic models, *Automation in Construction*, v. 54, p. 39-53, 2015.
- PAVLOV, P. Automation of information flow from Revit to Bsim using dynamo. 2015. Dissertação (Mestrado), Programa de Gerenciamento da indústria da construção da Universidade de Aalborg, Aalborg, 2015.
- SGAMBELLURI, M. Simply Complex: WHAT IS DYNAMO? 2015. Disponível em: <<http://therevitcomplex.blogspot.my/2015/01/whatisdynamo.html>>. Acesso em: 10 fev. de 2018.
- WONG, J. K.-W; KUAN, K.-L. Implementing “BEAM Plus” for BIM -based sustainability analysis’. *Automation in Construction*, v. 44, p. 163–175, 2014.
- WU, W. Integrating building information modeling and green building certification: The BIM - LEED application model development, Vasa. 2010. Disponível em: <<http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2018.