

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO VISUAL PARA AVALIAÇÃO DE MODELOS BIM NA CONCEPÇÃO DO PROJETO.

Visual programming language for evaluation of BIM models at early phases of design

Giovanna Tomczinski Novellini Brígitte
Universidade Estadual de Campinas | Campinas, SP | giovanna.novellini@gmail.com

Regina Coeli Ruschel
Universidade Estadual de Campinas | Campinas, SP| ruschel@unicamp.br

RESUMO

Apesar da crescente difusão do BIM no Brasil, sua aplicação continua arraigada às etapas mais avançadas do desenvolvimento projetual, desperdiçando o enorme impacto que a tecnologia possui ao subsídio de decisões qualificadas tomadas ainda na fase de concepção. Neste sentido, este artigo discute o uso combinado de ferramentas de autoria de modelos e de ferramentas baseadas em linguagem de programação visual no auxílio à etapa de concepção, objetivando favorecer, com ênfase na relação humano-ambiente, a avaliação das derivações apresentadas pelos sistemas generativos. A proposta foi validada no contexto do projeto de habitação de interesse social e investigou a influência das alternativas de modelagem BIM na avaliação através de um indicador de projeto específico, o Gradiente de Intimidade. Em termos metodológicos, esta pesquisa baseia-se num estudo exploratório estruturado em duas etapas: (i) desenvolvimento de rotina na ferramenta Dynamo® e sua aplicação no Autodesk Revit; (ii) a avaliação dos resultados quanto a limitações, potencialidades e usabilidade. A proposição destas rotinas mostrou-se muito promissora ao avanço da pesquisa no propósito de estabelecer um processo no qual um conjunto de rotinas será aplicado de forma automatizada sobre inúmeros modelos de informação, gerados pelo computador, objetivando auxiliar o projetista a escolher o melhor resultado através da sobreposição dos indicadores de patterns aplicáveis à algoritmização.

Palavras-chave: BIM; Linguagem de programação visual; Concepção; Processo de projeto; Fase inicial de projeto..

ABSTRACT

In spite of the growing diffusion of BIM in Brazil, its application continues to be rooted in the most advanced stages of project development, wasting the enormous impact that the approach has on the subsidy of qualified decisions making in early stages of design. Therefore, this article discusses the combined use of model authoring tools and tools based on visual programming language to aid in early design, aiming to favor, with emphasis on the human-environment relationship, the evaluation of derivations presented by generative systems. The proposal was validated in the context of the social interest housing project and investigated the influence of BIM modeling alternatives on evaluation through a specific design indicator, the Intimacy Gradient. In methodological terms, this research is based on an exploratory study structured in two stages: (i) routine development in the Dynamo® tool and its application in Autodesk Revit; (ii) the evaluation of the results regarding limitations, potentialities and usability. The proposition of these routines was very promising to advance the research in the purpose of establishing a process in which a set of routines will be applied in an automated way on numerous information models, generated by the computer, aiming to help the designer to choose the best result through the overlapping patterns indicators applicable to algorithmization.

Keywords: BIM; Visual programming language; Design stage; Design process; Early phases of design.

1 INTRODUÇÃO

A etapa de concepção do projeto arquitetônico demanda que os projetistas estejam cientes das consequências de todas as decisões de projeto, visto que a série de decisões inerentes à esta etapa têm uma forte influência na qualidade espacial do edifício. Neste sentido, BIM pode ter um enorme impacto no subsídio a decisões qualificadas tomadas na fase de concepção, devido ao rápido *feedback* sendo aplicado não apenas como meio de armazenar e gerenciar conhecimentos do edifício, mas também contribuindo para a transformação e a geração de novas soluções de projeto (EASTMAN et al., 2008).

Entretanto, verifica-se de modo geral, pouco apoio à etapa criativa, embora o uso de ferramentas computacionais na concepção tenham sua potencialidade evidenciada por diversos autores nacionais e internacionais, tanto no sistema CAD (MORGAN, C. et al., 1986; MONREAL; JACAS, 2004; PENTTILÄ, 2006; ARAÚJO; CELANI, 2016;), como em BIM (PENTTILÄ 2006; EASTMAN, 2008; WIERZBICKI; DE SILVA, 2011; MORAIS *et al*., 2014; JANSSEN *et al*. 2017).

BRIGITTE, G. T. N.; RUSCHEL, R. C. Linguagem de programação visual para avaliação de modelos BIM na concepção do projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://www.antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/123

Da primeira abordagem sistemática, proposta por Jones (1963), ao interesse nos sistemas de processamento de informações e sistemas de suporte às decisões de projeto, importantes conceitos foram identificados e nos permitem compreender a complexidade do processo de projeto. Como por exemplo, a compreensão da sequência de decisões compostas pela análise, síntese e avaliação, como parte de um processo de projeto flexível, posto de forma conjunta, articulado e com ciclos iterativos e influenciados por diversos agentes. Ou ainda, de que algoritmos matemáticos podem ser usados para dar uma ideia da relação e soluções onde cada variante de projeto pode satisfazer cada requisito mínimo.

Neste sentido, estratégias paramétricas / algorítmicas têm se tornado particularmente importantes, por servir de base para distintas abordagens metodológicas (MEREDITH, 2008). Como apresenta Hudson (2010), o processo paramétrico de projeto é definido como o desenvolvimento de um modelo ou descrição de um problema, onde a representação é baseada nas relações entre objetos controlados por variáveis: os parâmetros.

Em suma, a modelagem paramétrica traz como potencial a dinâmica de alteração de parâmetros para auxílio na tomada de decisão, que quando aplicada com objetivo generativo, como o uso das Gramáticas da Forma, Algoritmos Genéticos, Autômatos celulares e Fractais, aumenta a probabilidade de ocorrências aleatórias resultando no maior número possível de soluções. Uma das formas de realizar este processo é através de ambientes de programação visual para modelagem. De acordo com Konis *et al*.(2016), o *Grasshopper*, utilizado com *Rhino* 3D, é uma VPL comumente usada na indústria de construção, mas outros plug-ins como *Dynamo* (Autodesk, 2015) e *Marionette* (Vectorworks, 2015) estão se tornando mais proeminentes. Os dois últimos, assim como *Generative Component* para o *AECOsim* (da Bentley), permitem que modelos de concepção digital formativo, generativo e baseado em desempenho, possam ser mediados por BIM, evitando assim o rompimento do fluxo de informação e permitindo o reuso do modelo entre as fases de concepção e desenvolvimento.

Entretanto, como evidencia Ostwald (2010) precisa-se ter cuidado não apenas na definição do sistema, mas também na apresentação e explicação da proposta, demonstrando que existe um rigoroso protocolo de avaliação, que tem como objetivo auxiliar o projetista a escolher o melhor resultado de um conjunto de inúmeras possibilidades geradas pelo computador.

Neste sentido, o presente artigo apresenta o resultado parcial de uma pesquisa de doutorado em andamento, pelo Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade FEC-UNICAMP, cujo objetivo principal é propor a aplicação da abordagem BIM na etapa de concepção para a avaliação das derivações apresentadas por sistemas generativos, como metodologia de suporte ao processo de projeto. Propondo-se, assim, aproximar dois ramos da arquitetura digital, isto é, o design computacional e a modelagem da informação da construção. Esta proposição será validada no contexto do projeto de conjuntos HIS, fomentando a possibilidade de incorporação do conhecimento referente à relação ser humano–ambiente ao BIM.

No contexto da pesquisa onde este estudo se insere, revisou-se a literatura, constatando em Alexander *et al*. (1977) em sua sistematização criativa na solução de problemas do projeto através dos *patterns*[1] , a capacidade de amparar a construção de algoritmos capazes de explorar novas soluções na concepção de projetos que enfoquem a relação ser humano-ambiente, através de ferramentas que permitem BIM. A partir da revisão bibliográfica foram identificados 35 algoritmos aplicáveis ao contexto desta pesquisa (BRÍGITTE, RUSCHEL, 2018).

O principal objetivo deste artigo é apresentar a prova de conceito da abordagem BIM para auxiliar o projetista a escolher, com ênfase na relação ser humano-ambiente, o melhor resultado de um conjunto de inúmeras possibilidades geradas pelo computador, através do uso combinado de ferramentas de autoria de modelos e ferramentas VLP. A investigação desta pesquisa contou com o uso combinado da ferramenta de autoria de modelos Autodesk Revit® e da ferramenta VLP *Dynamo*®. Investigou-se a influência de alternativas de modelagem BIM na avaliação de uma indicador de projeto especifico, o Gradiente de Intimidade.

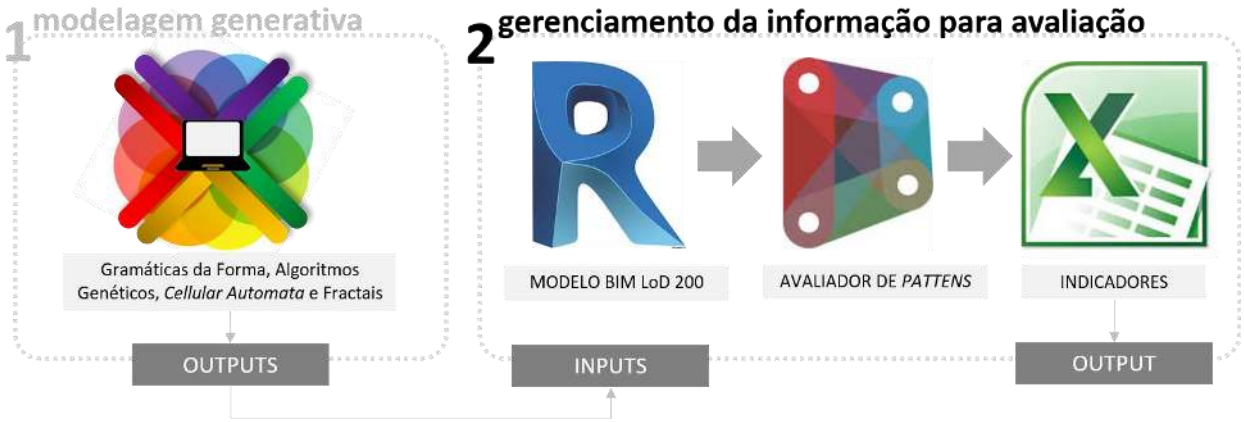
2 METODOLOGIA

Enquanto pesquisa exploratória, buscou-se familiarizar-se com o problema: em que medida as ferramentas de modelagem BIM podem auxiliar na avaliação de soluções geradas em ambiente digital? A hipótese

[1] Nesta pesquisa, opta-se por não traduzir o termo *Pattern* para evitar contradições frente à aplicação em diferentes áreas como a arquitetura e a ciência da computação.

considera que o uso combinado de ferramentas de autoria de modelos à ferramentas VLP apresentam grande potencial para avaliação na definição de alternativas provenientes de sistemas generativos, entretanto que um indicador de projeto pode ter mais de uma alternativa de implementação associado à extração de informação da modelagem BIM. A Figura 1 ilustra o fluxo proposto para validação desta hipótese. Destaca-se desta foram, que o intuito deste estudo não é avaliar a criação de variações, através da modelagem generativa, mas sim aplicar a abordagem BIM para auxiliar o projetista a escolher o melhor resultado de um conjunto de inúmeras possibilidades geradas pelo computador.

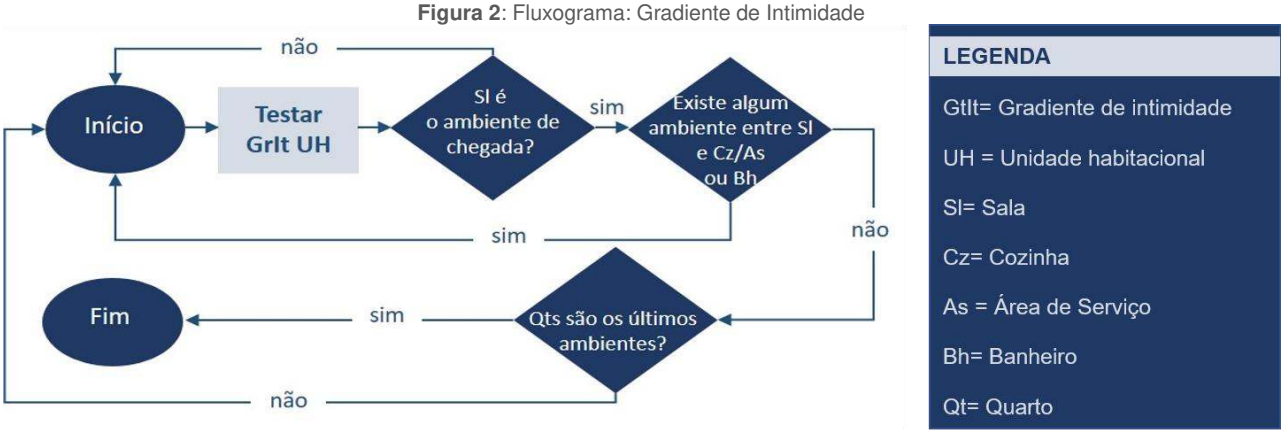
Figura 1: Fluxo proposto para avaliação de um conjunto de possibilidades geradas pelo computador na etapa de concepção.



Fonte: Autores.

Em termos metodológicos, esta artigo apresenta a prova de conceito da hipótese de influência da modelagem BIM na escolha de implementação de um indicador de projeto. O desenvolvimento da rotina na ferramenta *Dynamo*® buscou validar a construção de algoritmos a partir de *patterns* selecionados dentre os originalmente propostos por Alexander *et al*. (1977), por serem capazes de explorar novas soluções na concepção de projetos que enfoquem a relação ser humano-ambiente, através de ferramentas que permitem BIM. O *pattern* a ser avaliado é o Gradiente de intimidade (127-*intimacy gradient*): "Arranje **os ambientes da UH** de modo a criar **sequência** que **comece pelas partes mais públicas e se encaminhe para áreas um pouco mais privadas**, finalizando com os domínios mais íntimos." (grifo nosso) (Figura 2).

Figura 2: Fluxograma: Gradiente de Intimidade



Fonte: Autores.

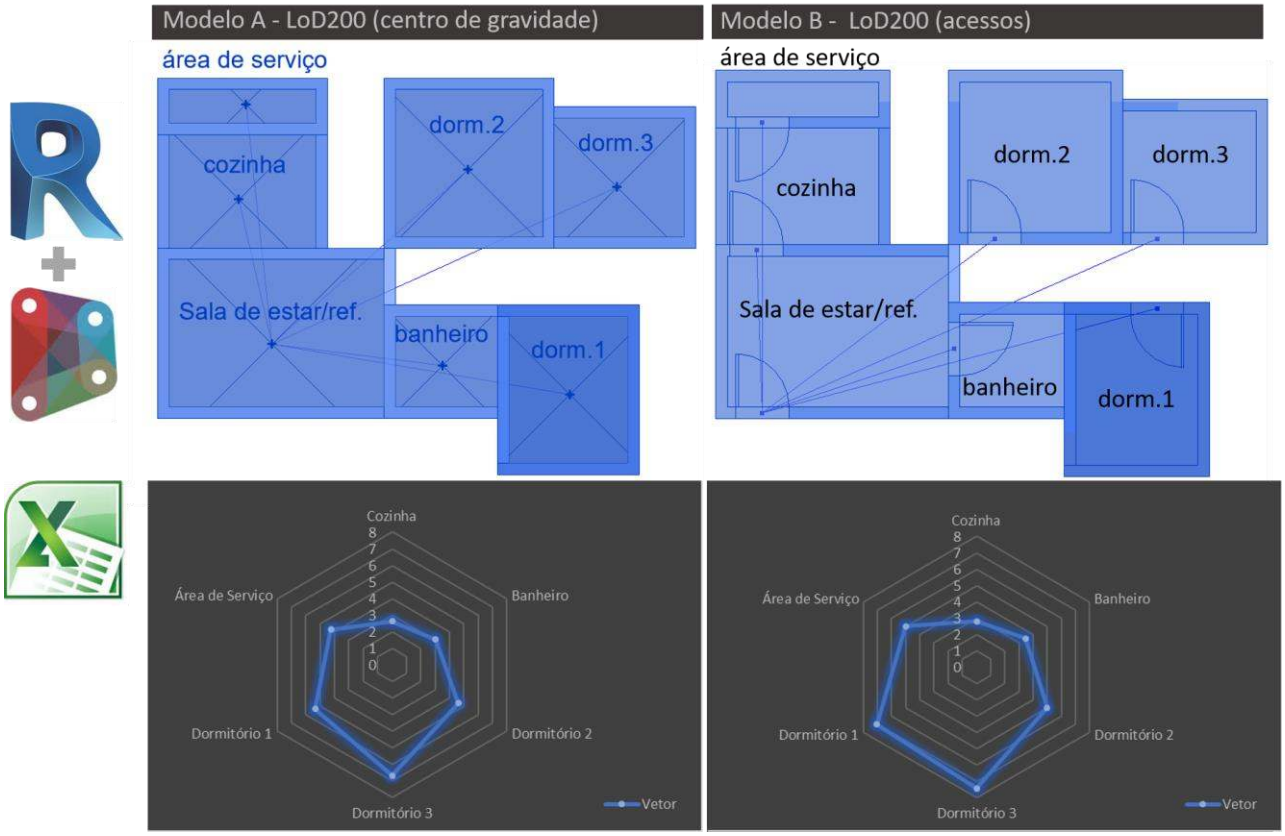
A seguir apresenta-se o resultado da comparação da rotina desenvolvida para aplicação na etapa conceitual do projeto considerando duas formas possíveis de extração da informação da modelagem BIM. A rotina busca validar o gerenciamento das informações de modelos BIM LoD 200 através da análise do gradiente de intimidade na distribuição dos compartimentos gerados.

3 RESULTADOS

A Figura 3 indica duas rotinas para o algoritmo Grau de intimidade, que analisa os arranjos dos compartimentos da unidade habitacional. O **Modelo A** analisa os vetores entre os centros de gravidade (c.g.) dos compartimentos, tendo como ponto inicial o c.g. da Sala de estar/refeições (Sala de estar/ref.); enquanto, o **Modelo B** parte da definição dos respectivos acessos (portas), considerando a distância de todos os acessos ao acesso principal (porta da sala). Pode-se observar através do gráfico radar de

avaliação de cada uma das situações uma pequena distorção nos comprimentos vetoriais. Entretanto, não chega a interferir na análise que o projetista deve fazer para tomar suas decisões ainda na etapa de concepção. Sendo assim, considera-se que os dois modelos apresentaram os dados de entrada necessários para esta análise.

Figura 3: Rotina de gerenciamento da informação



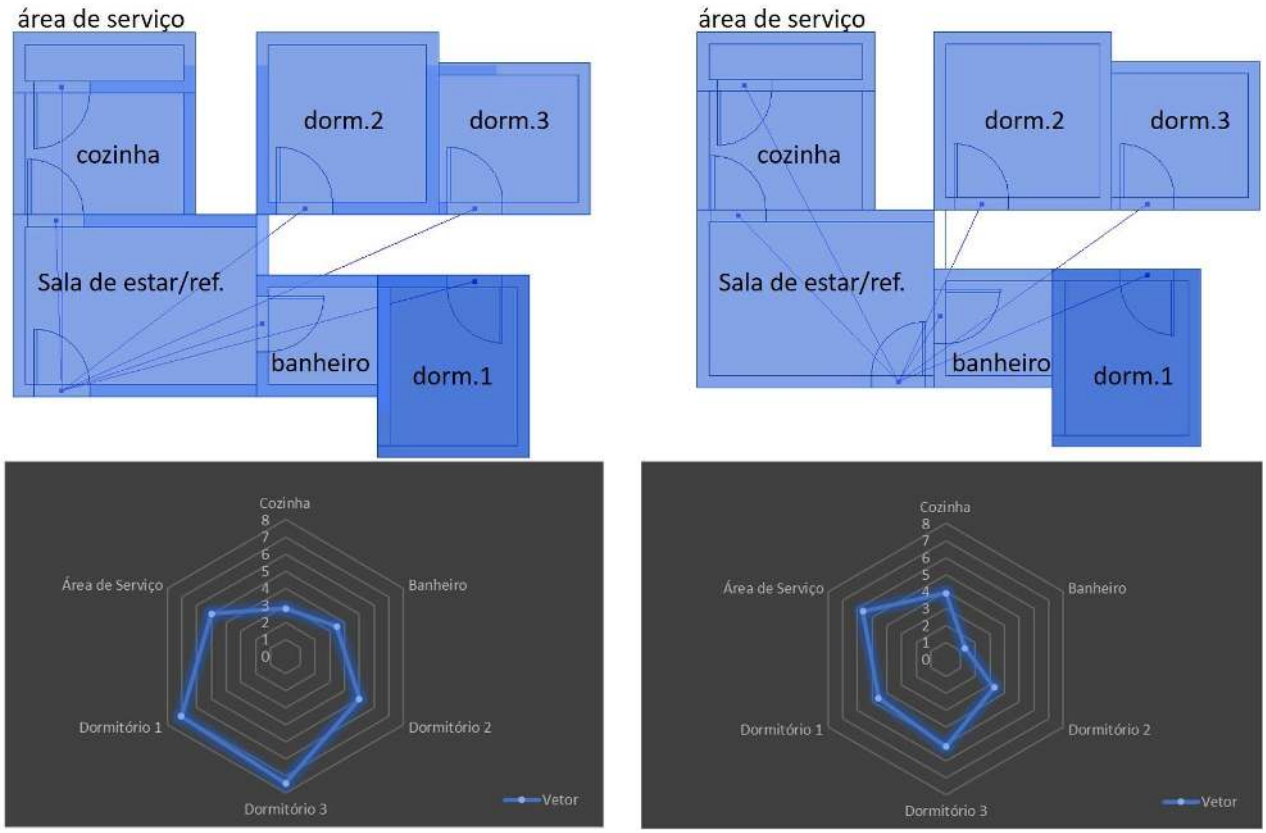
Fonte: Autores.

Ademais se percebe na algoritmização deste *pattern* duas formas distintas de atingir os indicadores. A primeira vinculada apenas à geometria do modelo BIM, demonstrada pela extração dos dados do c.g. dos compartimentos; e a segunda, através do modelo B, requerendo uso de informação atribuída ao modelo através do componente BIM tipificado: porta.

Constata-se que o modelo BIM necessário para esta avaliação pode apresentar, um dos seguintes dados de entrada: **Modelo A**, a criação de *rooms* seja automaticamente, por ser um compartimento delimitado por objetos BIM tipificados (paredes), ou pela separação das áreas (*room separator*); **Modelo B**, a delimitação dos compartimentos por objetos BIM tipificados (paredes) e posterior definição dos respectivos acessos (portas).

Apesar das duas formas apresentarem resultados capazes de serem analisados, considera-se como indicador mais apropriado para o Gradiente de Intimidade os dados originados a partir do **Modelo B**, por considerar efetivamente o acesso aos compartimentos, mesmo que este requeira um modelo mais detalhado. Pode-se observar, através da Figura 4, que sendo implementado desta forma, a sensibilidade de variação do algoritmo é maior. Observa-se que ao reposicionar a porta da sala o gráfico radar é totalmente alterado, quando a análise, se feita pelo **Modelo A**, permanecerá a mesma por não ter sido alterada a posição dos centros de gravidade.

Figura 4: Modelo B - Sensibilidade de variação



Fonte: Autores.

Os recursos nativos do *Dynamo*® foram utilizados para a seleção das categorias do modelo BIM, *room* (modelo A) e portas (modelo B), a partir das quais, as informações para a avaliação foram extraídas. A limitação identificada no Modelo B é a necessidade do componente "porta", uma vez que este elemento requer o objeto tipificado "parede", ausente em compartimentos integrados ou no início do estágio de modelagem na fase de concepção.

4 CONCLUSÃO

A aplicação das rotinas demonstrou, apesar das limitações e restrição do universo do projeto de HIS, a possibilidade de estabelecer um processo no qual um conjunto de rotinas serão aplicadas de forma automatizada sobre inúmeros modelos de informação, gerados pelo computador, objetivando auxiliar o projetista a escolher o melhor resultado através da sobreposição dos indicadores de *patterns* aplicáveis à algoritmização.

Este estudo permitiu verificar duas formas de implementar a mesma avaliação. A primeira, Modelo A, na qual o nível de detalhamento do modelo é menor apresenta também menor potencial de precisão, quando comparada ao Modelo B. A inserção de elementos, portas, demonstrou que, neste indicador em questão, o nível de detalhamento tem influência no indicador, quando calculado em BIM. E que portanto, esta análise deverá ser feita também na implantação dos outros indicadores.

Como continuidade a esta etapa da pesquisa, propõem-se o desenvolvimento de outras rotinas para a integração dos 35 algoritmos propostos a partir dos *patterns* selecionados para este o estudo, no contexto de HIS. A identificação dos parâmetros e algoritmos associados à relação ser humano-ambiente nos permitirá sínteses e avaliações mais dinâmicas, capazes de retroalimentar o processo de projeto orientando-o às decisões mais qualificadas para a solução de problemas sem que, no entanto, esta desconsidere tais relações.

A criação dessas rotinas apresentam vantagens ao incentivar e favorecer a avaliação das derivações apresentadas por sistemas generativos em ferramentas de autoria, estruturando as informações desde o início do modelo, fundamentado as decisões através do resultado das reflexões e análises dos dados gerados, auxiliando assim a tomada de decisão. Por fim, sugere-se também o desenvolvimento de outras

rotinas capazes de complementar e avaliar simultaneamente o impacto das decisões durante o processo de projeto em diferentes áreas que integram a complexidade do projeto arquitetônico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor MSc. Ari Monteiro pelo apoio ao aprendizado na programação na ferramenta *Dynamo*®.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C.; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M. **A Pattern Language**. New York: Oxford Univ., 1977.

ARAUJO, André L.; CELANI, Gabriela. Exploring Weaire-Phelan through Cellular Automata: A proposal for a structural variance-producing engine. **Blucher Design Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 710-714, 2016. ISSN 2318-6968. Disponível em:< file:///C:/Users/elvis/Google%20Drive/_Gi%20_drive%20note/450.pdf >. Acesso em: 03 01. 2019. DOI 10.5151/despro-sigradi2016-450.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 490 p.

HUDSON, R. **Strategies for Parametric Design in Architecture**: An application of practice led research. Thesis (Doctor of Philosophy (PhD)). University of Bath, 2010.

JANSSEN, P. et al. Integration of an algorithmic bim approach in a traditional architecture studio. **Proceedings** of the 22nd International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) p.633-643, 2017. Disponível em: < http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2017_055.pdf >. Acesso em: 03 01. 2019.

JONES, J. C. A Method of Systematic Design, in **Conference on design methods**, eds J. C. Jones and D. G. Thornley, The Macmillan Company, New York, 1963.

KONIS K.; GAMAS A; KENSEK, K. Passive performance and building form: Anoptimization framework for early-stage design support. **Solar Energy**. Volume 125, February 2016, Pages 161–179. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X15006933 >. Acesso em: 03 01. 2019. DOI https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.12.020

OSTWALD, M. Ethics and the auto-generative design process. **Building reserach and information**. 38:4, p.390-400, 2010. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/232914987_Ethics_and_the_auto-generative_design_process >. Acesso em: 03 01. 2019.

MEREDITH, M.From Control to Design: Parametric/ Algorithmic Architecture. Barcelona, Actar-D, 2008.

MORAIS, M. **Método para implementação de BIM e custeio-meta em habitação de interesse social**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2016. 333 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2016.

MORGAN, C. et al. **Conceptual design on a micrucomputer**. 1986.

MONREAL, Amadeo; JACAS, Joan. Computer Aided Generation of Architectural Typologies. 2004.

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction** (ITcon), v. 11, n. 29, p. 395-408, 2006. Disponível em: < https://www.itcon.org/papers/2006_29.content.02253.pdf >. Acesso em: 03 01. 2019.

WIERZBICKI, M.; DE SILVA, C. W.; K., Don H. BIM–HISTORY and TRENDS. CONVR2011, **International Conference on Construction Applications of Virtual Reality**, 2011..