

## AVALIAÇÃO DE PLUG-INS DE DESEMPENHO PARA UM SOFTWARE BIM PERFORMANCE PLUG-INS EVALUATION FOR A BIM SOFTWARE

Juliano Lima da Silva\*

Andréa Quadrado Mussi\*\*

Thaísa Leal da Silva\*\*\*

### RESUMO

Em relação às inovações da tecnologia BIM nos processos de projeto, tão importante quanto customizar soluções por meio de plug-ins complementares, é o ato de avaliar as soluções desenvolvidas. Este trabalho apresenta um método de avaliação de ferramentas voltadas para o atendimento de requisitos da Norma de Desempenho no software BIM Revit. Os resultados envolveram a participação de profissionais com conhecimento de desempenho acústico e lumínico, que providenciaram feedback acerca das funcionalidades dos plug-ins. Conclui-se sobre a importância do mecanismo de avaliação para a melhoria das ferramentas.

**Palavras-chave:** Design Science Research. BIM. Programação. Norma de Desempenho Brasileira.

### ABSTRACT

Regarding the innovations of BIM technology in design processes, as important as customizing solutions through complementary plug-ins it is to evaluate the solutions developed. This paper presents a method for evaluating tools to meet the requirements of the Performance Standard in BIM Revit software. The results involved the participation of professionals with knowledge of acoustic and luminous performance, who provided feedback about the plug-ins' functionalities. The conclusion presents the importance of the evaluation mechanism in order to improve the tools.

**Keywords:** Design Science Research. BIM. Programming. Brazilian Performance Standard.

### 1 INTRODUÇÃO

No âmbito do desenvolvimento de soluções por projetistas das áreas de arquitetura e engenharia, destaca-se a customização de softwares BIM e

---

\* Docente de Engenharia Civil da Faculdade Meridional. Email: <juliano.silva@imed.edu.br>.

\*\* Docente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional. Email: <andrea.mussi@imed.edu.br>.

\*\*\* Docente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Meridional. Email: <thaisa.silva@imed.edu.br>.

aproveitamento da programação visual como uma maneira de romper as barreiras das funcionalidades básicas e conservadoras dos softwares de arquitetura (AISH, 2013; FERREIRA, LEITÃO, 2015). Visando compreender o cenário de desenvolvimento de ferramentas pelos próprios projetistas, foi conduzida uma pesquisa utilizando a metodologia *Design Science Research*, uma abordagem prescritiva voltada para o desenvolvimento de artefatos inovadores que buscam reduzir a lacuna entre a teoria e prática, e prescrever uma solução para problemas específicos.

Durante a pesquisa, foram desenvolvidas duas ferramentas para estimativa do desempenho de edificações habitacionais conforme a NBR 15.575/2013 (ABNT, 2013). Ferramentas classificadas como plug-ins para o software BIM Revit que buscam ampliar a capacidade de o projetista tomar decisões durante os processos de escolha de sistemas construtivos e soluções tecnológicas (SILVA et al, 2017; SILVA et al, 2017b).

Contudo, tão importante quanto desenvolver ferramentas próprias para melhorar processos e solucionar problemas específicos, é avaliá-las, para compreender seu comportamento e estudar caminhos de melhoria.

March e Smith (1995), afirmam que a avaliação geralmente tem caráter empírico, e pode contemplar aspectos como completude, utilidade, funcionalidade, simplicidade, eficiência, compreensão, precisão, desempenho, confiabilidade e usabilidade do artefato desenvolvido, entre outros.

Hevner et al. (2004) realizaram um levantamento acerca de alguns métodos de avaliação de artefatos. Para este trabalho, propõe-se a forma de avaliação *Black Box*, descrito por Khan (2011) como testes feitos por terceiros sem conhecimento da estruturação interna da ferramenta, de modo a verificar seus aspectos de funcionalidade pelo uso.

Em relação ao *Black Box*, pela perspectiva do desenvolvimento de programas, Khan (2011) aponta que, diferentemente da análise de estrutura interna de ferramentas, a abordagem permite ao desenvolvedor ter informações a partir de um terceiro sem conhecimento acerca de como a ferramenta foi programada, conhecendo apenas os *Inputs* necessários e *Outputs* esperados. Devido a estas características, esta abordagem permite menor tendenciosidade em relação ao avaliador da ferramenta.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma pesquisa que utilizou a abordagem *Design Science Research* no desenvolvimento de plug-ins para o software BIM Revit. Os resultados são referentes à avaliação posterior ao desenvolvimento das ferramentas, de modo a expressar a importância da avaliação das soluções e determinar caminhos para melhoria de suas funcionalidades.

## 2 METODOLOGIA

Buscando-se obter *feedback* qualitativo de profissionais, Khan (2011) descreve uma série de possíveis procedimentos para realização dos testes *Black Box*. Dentre os quais, foram levados em consideração, e adaptados para este trabalho o *Cause-Effect Graph* – que consiste no estabelecimento de relações esperadas entre estes *Inputs* necessários e *Outputs* desejados, possibilitando avaliar se o comportamento da ferramenta é equivalente ao projetado; e o *State Transitioning Testing* – que consiste na exploração livre da interface por meio do uso de funções do programa em ordens diversas, coerentes e incoerentes, podendo ocasionar situações não previstas (bugs e inconveniências) durante o uso das ferramentas (KHAN, 2011).

Em relação à realização prática da avaliação *Black Box*, definiu-se que profissionais são convidados individualmente para uma sessão de demonstração de duração de aproximadamente 1 hora. Os profissionais são apresentados aos plug-ins, com descrição das funcionalidades propostas e premissas de como estes possibilitam flexibilizar o processo de tomada de decisão nos projetos. As funções dos plug-ins são então detalhadas pelo apresentador em relação a seus *Inputs* necessários e *Outputs* esperados, na sequência sendo executadas em projetos exemplo, onde modificações podem ser feitas nos parâmetros geométricos e de materiais e seu impacto avaliado na composição dos sistemas construtivos.

Ao final da etapa de demonstração foi feita uma entrevista estruturada por um roteiro ou questionário, onde o profissional responde questões acerca do funcionamento esperado do programa em cada uma de suas funcionalidades, sugere alterações e aponta erros encontrados. Esta etapa foi registrada pela gravação em áudio da entrevista, que então é transcrita para o questionário,

possibilitando a confecção de relatórios acerca da funcionalidade das ferramentas, de modo a dar feedback qualitativo sobre a experiência de demonstração.

Os critérios para a escolha de profissionais foram: projetistas ou pesquisadores das áreas de arquitetura ou engenharia civil, com conhecimento avançado comprovado por títulos ou experiência profissional, acerca dos processos de atendimento à Norma de Desempenho – no âmbito dos requisitos de desempenho acústico e/ou desempenho lumínico, e que tenham contato com ferramentas computacionais de verificação ou simulação de edificações.

Mais do que elucidar maneiras de aprimorar aspectos de uso dos artefatos desenvolvidos e apresentar uma solução mais satisfatória, as avaliações propostas foram estruturadas de modo que se torne um mecanismo gerador de feedback, e que também possua meios de ser replicada e discutida em outras instâncias – projetos reais de edificações ou futuros usuários avaliadores. Outra preocupação é não focar apenas no desenvolvimento do artefato, mas sim na demonstração de que tal artefato pode ser efetivamente utilizado para resolver problemas reais.

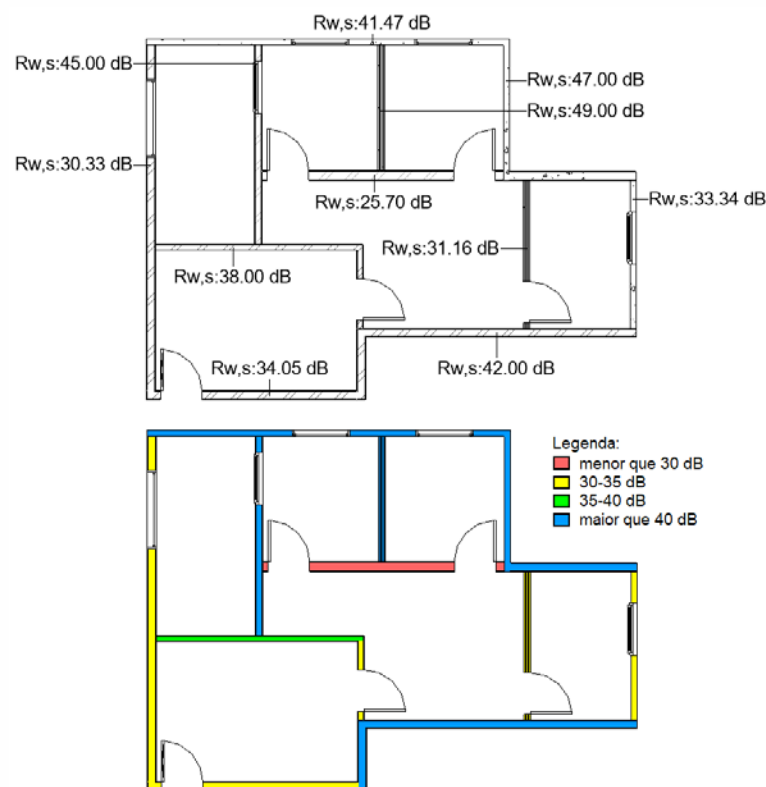
Acredita-se que, a partir da submissão das ferramentas ao mecanismo de testes escolhido, avalia-se adequadamente aspectos potenciais de usabilidade, versatilidade, utilidade e funcionalidade dos artefatos, possibilitando compreender como estes atendem à solução dos problemas específicos de cada plug-in.

## 2.1 PLUG-INS A SEREM AVALIADOS

Durante o trabalho, foram desenvolvidas duas ferramentas para avaliação de desempenho: um plug-in voltado para a estimativa do desempenho acústico de sistemas construtivos de vedações verticais (SILVA et al., 2017); e um plug-in para análise de iluminâncias internas, contando apenas com iluminação natural (SILVA et al., 2017b). Cada plug-in possui múltiplas funções a serem avaliadas.

O plug-in de desempenho acústico organiza informações de sistemas construtivos conforme seu índice de redução sonora, e efetua um cálculo ponderado do valor de desempenho encontrado, podendo então, avaliar se as composições de sistemas modeladas no Revit atendem aos níveis de desempenho Mínimo, Intermediário ou Superior para ruído aéreo (ABNT, 2013), conforme exemplificado na Figura 1.

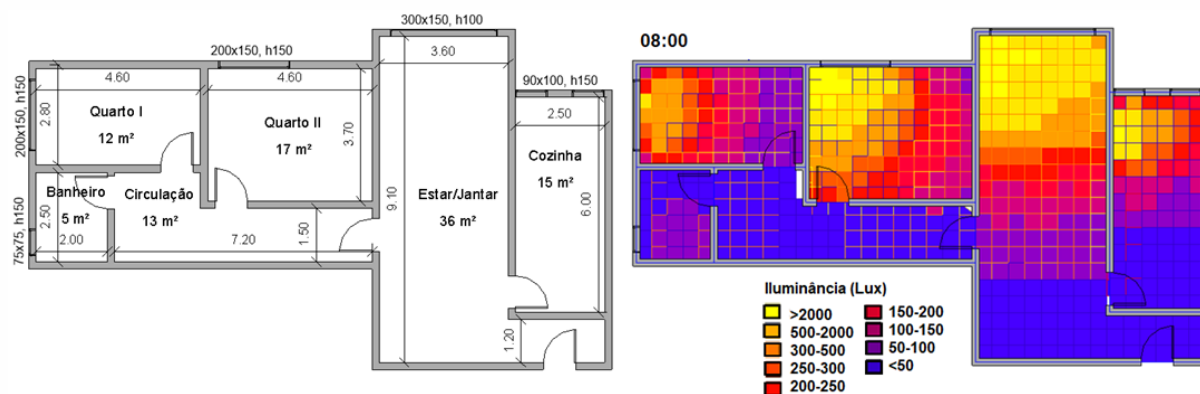
Figura 1 – Funcionamento do plug-in para desempenho acústico



Fonte: adaptado de Silva et al. (2017).

O plug-in para desempenho lumínico avalia, conforme informações climáticas inseridas pelo usuário, os níveis de iluminância (lux) e fator de luz diurna (%FLD) no interior de ambientes modelados no Revit, considerando as aberturas e posicionamento solar, criando uma malha de cores conforme os resultados encontrados em cada ponto analisado no ambiente (Figura 2).

Figura 2 – Funcionamento do plug-in para desempenho lumínico



Fonte: adaptado de Silva et al. (2017b).

### 3 RESULTADOS

No intuito de possibilitar o alinhamento com a abordagem *Cause-Effect Graph*, buscou-se organizar as questões conforme cada funcionalidade dos plug-ins, para que durante experiências de avaliação com profissionais, possam ser identificadas as características e particularidades de cada função programada e assim, evidenciar se os artefatos desenvolvidos cumprem as funções planejadas no cenário.

O questionário contou principalmente com perguntas narrativas de resposta livre, voltadas para o direcionamento de discussão e para levantar possíveis problemas não descobertos durante a etapa de desenvolvimento. Em cada funcionalidade desenvolvida, estas perguntas possuem uma base estruturante em comum, relacionada ao funcionamento básico, como: “A função operou da maneira pretendida?” e “Alguma opção adicional deveria ser incluída?”, bem como perguntas mais específicas às funcionalidades, relativas à inserção de inputs, maneira como as informações estão apresentadas, entre outras. A lista de perguntas narrativas e as funcionalidades às quais se referem estão elencadas no Quadro 1 para o plug-in de desempenho acústico e na Quadro 2 para o plug-in de desempenho lumínico.

Quadro 1 - Questionamentos para avaliação do plug-in de desempenho acústico

| Seção                           | Questionamentos                                                                                                         |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(1) Calcular Rw</b>          | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                              |
|                                 | 2. O input de informações é suficiente? Algum parâmetro necessário para o cálculo não foi considerado?                  |
|                                 | 3. Quanto a inserção e configuração de novos materiais e sistemas construtivos, como isto poderia ser melhorado?        |
|                                 | 4. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                      |
| <b>(2) Verificar Desempenho</b> | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                              |
|                                 | 2. A maneira como a escala de cores é aplicada (variações de um valor definido) é adequada? Como poderia ser melhorada? |
|                                 | 3. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                      |
|                                 | 4. Avalie o potencial para geração de documentação de desempenho desta função.                                          |
| <b>(3) Reset</b>                | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                              |
|                                 | 2. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                      |
| <b>(4) Ajuda</b>                | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                              |
|                                 | 2. As informações apresentadas ao usuário são suficientes?                                                              |
|                                 | 3. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                      |

Quadro 2 - Questionamentos para avaliação do plug-in de desempenho lumínico

| Seção                  | Questionamentos                                                                                                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(1) Gerar Grid</b>  | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                                           |
|                        | 2. O input de informações climáticas é suficiente? Alguma informação necessária não foi considerada? Se sim, qual(is)?               |
|                        | 3. O input de informações geométricas e de materiais é suficiente? Algum parâmetro necessário não foi considerado? Se sim, qual(is)? |
|                        | 4. Quanto a inserção e configuração de dados de entrada, como isto poderia ser melhorado?                                            |
|                        | 5. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                                   |
| <b>(2) Análise Lux</b> | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                                           |
|                        | 2. A maneira como a escala de cores é aplicada é adequada? Como poderia ser melhorada?                                               |
|                        | 3. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                                   |
|                        | 4. Avalie o potencial para geração de documentação de desempenho desta função.                                                       |
| <b>(3) Análise FLD</b> | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                                           |
|                        | 2. A maneira como a escala de cores é aplicada é adequada? Como poderia ser melhorada?                                               |
|                        | 3. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                                   |
|                        | 4. Avalie o potencial para geração de documentação de desempenho desta função.                                                       |
| <b>(4) Reset</b>       | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                                           |
|                        | 2. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                                   |
| <b>(5) Ajuda</b>       | 1. A função operou da maneira pretendida? Se não, por quê?                                                                           |
|                        | 2. As informações apresentadas ao usuário são suficientes?                                                                           |
|                        | 3. Alguma opção adicional deveria ser incluída nesta funcionalidade? Se sim, qual?                                                   |

Além disso, algumas questões de avaliação geral dos aspectos foram propostas como uma maneira adicional de efetuar a avaliação. Foram organizadas com escala Likert de 5 pontos (Quadro 3), visando expressar um intervalo que corresponda à satisfação ou concordância em relação a um aspecto.

Quadro 3 - Avaliação dos plug-ins por aspectos de uso específicos

| Aspecto avaliado                                     | Escala (mín - máx)                      |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dificuldade no uso                                   | (1) Muito fácil – (5) Muito difícil     |
| Design na interface                                  | (1) Pouco amigável – (5) Muito amigável |
| Performance/Velocidade do programa                   | (1) Lento - (5) Rápido                  |
| Clareza das informações apresentadas                 | (1) Muito baixa – (5) Muito alta        |
| Potencial para suporte à tomada de decisão           | (1) Muito baixo – (5) Muito alto        |
| Capacidade de customização dos inputs                | (1) Muito baixa - (5) Muito alta        |
| Versatilidade da ferramenta para diferentes cenários | (1) Pouca - (5) Muita                   |

Após tais questões, há o espaço para alguns tópicos adicionais: o avaliador pode também relatar se foram encontrados erros ou *bugs* durante a experiência; pode mencionar outras sugestões para o desenvolvimento da ferramenta – que não tenham sido abordadas nas questões.

A organização de um questionário com estas características permite um grau de padronização das perguntas que poderá ser reaplicado em outras ferramentas, em estudos futuros. Além disso, possibilita que este seja encaminhado por meio de formulários online ou realizado pessoalmente, como foi o caso do presente estudo.

### 3.1 EXPERIÊNCIA DE ENTREVISTA

O processo de aplicação do questionário foi feito por meio de entrevistas realizadas no mês de maio de 2018, nas dependências da Faculdade Meridional Campus Passo Fundo, após a completude da etapa de desenvolvimento dos artefatos projetados.

Seguindo os critérios metodológicos, foi necessário contatar profissionais com experiência em relação às temáticas específicas – desempenho acústico e desempenho lumínico. Para possibilitar ao menos um processo completo de avaliação dos plug-ins com o mecanismo desenvolvido, em dois momentos separados, foram convidadas duas professoras do PPGEIC IMED (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Meridional).

Cada experiência de avaliação durou aproximadamente um período de uma hora, seguindo as definições metodológicas, com demonstração e explicitação do funcionamento esperado de cada funcionalidade programada (*Cause-Effect Graph*), seguido pela exploração da interface e testes em diferentes cenários (*State-Transitioning Test*) de modo a possibilitar que a abordagem *Black Box* seja utilizada na pesquisa a partir de usuários sem conhecimento acerca da programação interna ou estruturação das rotinas dos artefatos (KHAN, 2011).

Após a experiência de demonstração e exploração da interface, foi realizado o preenchimento do questionário da respectiva disciplina, por meio de uma entrevista cujo áudio dos relatos de cada avaliadora foi gravado. A transcrição do áudio foi então feita, enviando as respostas relatadas para um formulário online,

onde foram sintetizados os principais tópicos relatados. A seguir, são apresentados alguns dos resultados em relação à função principal de cada plug-in.

### 3.2 FEEDBACK PARA PLUG-IN DE DESEMPENHO ACÚSTICO

Em relação à função de cálculo do índice de redução sonora, a discussão apontou para necessidade de melhorias na organização da maneira como informações de fabricantes são inseridas. Como no atual estado do plug-in tais informações são configuradas pelas famílias de paredes e esquadrias, é necessária uma preparação prévia destes elementos pelo usuário por meio da configuração dos parâmetros, conforme disposto no item 6.1.2 deste trabalho. Com este relato, versões subsequentes do plug-in podem ser programadas com novas maneiras de configurar os dados de fabricante. Analisa-se uma alternativa por meio de interface ou janela pop-up onde o usuário possa carregar valores ou alterar existentes.

Um aspecto positivo levantado foi a boa integração com funções já existentes do Revit, como ferramentas de dividir e unir paredes, configurações de camadas e a aba de anotações, que permite expressar o valor dos parâmetros.

Segundo a avaliadora, utilizando a escala Likert de 5 pontos, onde o índice 1 é a pior classificação e o índice 5 é a melhor, o plug-in é de fácil uso (índice 5); possui uma interface amigável (índice 4); funciona de maneira rápida (índice 5); conta com informações muito claras (índice 5); e de alto potencial para o suporte à tomada de decisão (índice 4). Contudo, possui baixa capacidade de customização dos inputs (índice 2), sobretudo em relação aos materiais de fabricantes; e sua versatilidade em diferentes cenários é incerta pois necessita de aplicação em projetos reais (índice 3).

### 3.2 FEEDBACK PARA PLUG-IN DE DESEMPENHO LUMÍNICO

Em relação à função de análise de iluminância nos ambientes, a avaliadora afirma que, embora tenha funcionado adequadamente em relação aos inputs climáticos, possui algumas melhorias necessárias na interface. Além disso, não contemplou a inserção de configurações físicas e óticas de materiais. Como uma alternativa para adicionar estas propriedades, analisa-se a manipulação de parâmetros de superfícies já presentes nos materiais do Revit.

Outra crítica foi o tempo necessário para execução da função, que necessitava de um período entre 2 e 4 minutos para cada interação e, portanto, limitava o potencial da ferramenta para analisar diversos cenários de forma rápida. Em relação a isto, cabe o refinamento do algoritmo ao longo do tempo em desenvolvimentos futuros, visando otimizar a programação.

Quanto aos aspectos avaliados em escala Likert de 5 pontos, sendo o índice 1 a pior classificação e o índice 5 a melhor, a avaliadora classificou o plug-in como de fácil uso (índice 4); com design da interface amigável, apesar de melhorias necessárias (4); operando com velocidade das funções consideravelmente lenta (índice 1), demorando vários minutos para análise. Em relação à clareza das informações, indiferente (índice 3); com potencial para suporte à decisão bom (índice 4), devido às representações visuais e cores. A capacidade de customização dos inputs foi considerada baixa (índice 2), devido ao fato de que as propriedades físicas e óticas dos materiais não foram contempladas.

Em relação à versatilidade da ferramenta para aplicação em diversos cenários, foi classificada como alta (5). A avaliadora ressaltou que a ferramenta tem potencial para temáticas como etiquetagem de eficiência energética e certificações, seria possível atrelar outras informações ao mecanismo da programação, como pontuação de créditos para LEED, sombreamento, outros tipos de análises horárias e geração de relatórios automatizados.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em relação à etapa de avaliação das ferramentas, foi feita uma aplicação inicial com 2 profissionais pesquisadores, com conhecimento das áreas específicas, adicionando a perspectiva de especialistas e sua visão de como melhorar um processo. Assim, além da busca pelo conhecimento específico para solucionar o problema durante a etapa de desenvolvimento, houve a busca por possíveis melhorias nas ferramentas – atributos que não foram inicialmente considerados. Em relação aos outputs esperados, as rotinas funcionaram da maneira como foram descritas, na maioria das situações, porém, com espaço para muitas melhorias e correções, que não seriam detectadas se não fosse realizada a avaliação.

A avaliação, de modo geral, foi muito benéfica para levantar sugestões e maneiras de como melhorar os artefatos, podendo utilizar da experiência de

profissionais para aperfeiçoar o desenvolvimento dos plug-ins. Isto ressalta a importância da interdisciplinaridade também na programação, pois permite que o projetista que desenvolve suas próprias ferramentas busque caminhos alternativos pela ótica do usuário ou do especialista.

A avaliação dos artefatos também possui grande importância do ponto de vista metodológico, pois permite verificar se os artefatos projetados estão se comportando da maneira como foram pensados, possibilitando a criação de mecanismos adaptáveis às diferentes particularidades de cada artefato para compreender se o que foi programado está realmente atendendo seus objetivos iniciais.

## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15575-1: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

AISH, Robert. DesignScript: a learning environment for Design Computation. In: Design Modelling Symposium, Berlim, 2013.

FERREIRA, Bruno; LEITÃO, Antônio. Generative Design for Building Information Modeling. In: Proceedings Of The 33RD ECAADE Conference, Vienna, Austria, 2015.

HEVNER, Alan R. et al. Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

KHAN, Mohd Ehmer. Different Approaches to Black Box Testing Technique for Finding Errors. International Journal of Software Engineering & Applications, v. 2, n. 4, p. 31–40, 2011.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems 15, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

SILVA et al. Programação em plataforma BIM e a Norma de Desempenho Brasileira: Desenvolvimento de uma aplicação para estimativa de performance acústica em projetos arquitetônicos. Proceedings do SIGraDi 2017, v. 3, num. 12, p. 387-392, 2017.

SILVA et al., Programação em software BIM para estimativa de desempenho de iluminação natural em ambientes residenciais. Anais do VI SICS – VI Seminário Internacional de Construções Sustentáveis, 2017b.