



# FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

## Acústica e BIM – Comparação de resultados e procedimento de simulação para isolamento acústico entre *software*

Sá, K. S.<sup>1</sup>; Fengler, B.<sup>2</sup>; Rocha, R. R.<sup>3</sup>; Giner, J. C.<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> GINER – Designing sound spaces, São Paulo, SP, Brasil, {karina, barbara, raquel, jcginer}@giner.com.br

### Resumo

O fluxo de trabalho em BIM – *Building Information Modeling* (Modelagem de Informação da Construção) está cada vez mais presente no dia a dia dos projetistas acústicos. Mas será que os *software* de simulações para desempenho acústico também estão acompanhando essa evolução? O presente artigo busca validar a utilização de um *software* que aplica o modelo BIM em simulações de isolamento acústico. Para isso, foi feita uma comparação entre dois *software* de simulação entre unidades habitacionais para atendimento à norma de desempenho (ABNT NBR 15575): um utilizando o modelo BIM da edificação (AcouBAT by CYPE) e outro o modelo tradicional (SONArchitect). As simulações foram realizadas utilizando a mesma base de projeto e com configurações e elementos construtivos idênticos em ambos os *software*. Além da comparação entre resultados, também foi feita a comparação de um dos itens avaliados com a medição realizada *in loco* no empreendimento do qual foram utilizados os dados para as simulações. A partir da análise dos resultados foi possível identificar diferenças de até 3 dB entre os resultados simulados em cada um dos *software*. Quando comparados ao valor medido, é possível comprovar a eficácia das simulações para uma avaliação prévia dos projetos antes de sua execução, minimizando os riscos de adversidades futuras. Além disso, foram avaliados também critérios como agilidade, facilidade de uso da ferramenta e tempo das simulações.

**Palavras-chave:** simulação computacional, desempenho acústico, Modelagem de Informação da Construção.

**PACS:** 43.55.Mc \ 43.55.Ka \ 43.55.Ti \ 43.58.Ta

### Abstract

The BIM workflow – Building Information Modeling is increasingly present in the daily life of acoustic designers. But is the simulation software for acoustic performance also following this evolution? This article seeks to validate the use of software that applies the BIM model in sound insulation simulations. For this, a comparison was made between two simulation software between dwelling units to meet the performance standard (ABNT NBR 15575): one of them using the BIM model of the building (AcouBAT by CYPE) and the other using the traditional model (SONArchitect). The simulations were performed using the same design base and identical configurations and constructive elements in both software. In addition to comparing the results, a comparison was also made of one of the items evaluated with the on-site measurement in the construction of which the data were used for the simulations. From the analysis of the results, it was possible to identify differences of up to 3 dB between the simulated results in each of the software. When compared to the measured value, it is possible to prove the effectiveness of the simulations for a preliminary evaluation of the projects before their execution, minimizing the risks of future adversities. In addition, criteria such as agility, ease of use of the tool and simulation time were also evaluated.

**Keywords:** computer simulation, acoustic performance, Building Information Modeling.



## 1. INTRODUÇÃO

A norma de desempenho ABNT NBR 15575 [1], aprovada no Brasil em 2013 e revisada recentemente em 2021, estabelece requisitos mínimos de desempenho acústico, térmico e lumínico, entre outras condições necessárias para edificações de uso residencial. Especificamente no segmento de desempenho acústico, o qual será tratado no presente trabalho, os critérios de caráter obrigatório referem-se aos sistemas de pisos, cobertura, vedações verticais internas e externas.

Além dos requisitos obrigatórios, a norma de desempenho também estabelece limites de caráter informativo (não obrigatórios), sendo estes: níveis de desempenho intermediário e superior para os sistemas e limites de ruído em dormitórios para equipamentos prediais e sistemas hidrossanitários.

Para atendimento aos requisitos estabelecidos pela norma em projetos de edifícios residenciais, é comum a realização de simulações computacionais que permitem a avaliação do desempenho acústico nas edificações antes mesmo da execução, evitando intervenções posteriores, retrabalhos e o aumento no custo da obra.

Paralelamente, no campo da construção civil, há um avanço na tecnologia com a implementação de ferramentas computacionais para modelagem virtual utilizando o sistema BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem de Informação da Construção). Segundo os autores Crespo e Ruschel [2], o sistema BIM “representa um novo caminho para a representação do Edifício Virtual, onde objetos digitais são codificados para descrever e representar componentes do real ciclo de vida da construção”.

Existem, no entanto, limitações quando abordamos as simulações computacionais para avaliações de desempenho acústico vinculadas ao BIM, tanto no quesito de estudos realizados acerca do tema como na disponibilização de ferramentas que permitam a integração de ambos os sistemas.

O presente artigo busca validar a utilização de um *software* que aplica o modelo BIM em simulações de isolamento acústico (AcouBAT by CYPE) a partir da comparação com outro *software* de simulação (SONArchitect) que, por sua vez, não utiliza o modelo BIM em seu processo. Ambos os *software* têm como finalidade a simulação do desempenho acústico entre unidades habitacionais, utilizando como base de cálculos a norma ISO 12354 [3].

Na Seção 2 são apresentados os critérios estabelecidos pela norma de desempenho ABNT NBR 15575 [1] pertinentes ao desempenho acústico. Na Seção 3 é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento de cada simulação. Na Seção 4 é feita a apresentação e discussão acerca dos resultados obtidos e, na sequência, as conclusões do trabalho na Seção 5.

## 2. REQUISITOS PARA ATENDIMENTO AO DESEMPENHO ACÚSTICO

O Quadro 1 apresenta um resumo dos critérios estabelecidos pela norma de desempenho ABNT NBR 15575 [1] para dormitórios, os quais foram considerados nas simulações do presente estudo.

**Quadro 1:** Critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 15575 [1] para desempenho acústico.

Sistema avaliado	Parâmetro	Critério estabelecido
Piso (ruído aéreo)	$D_{n,Tw}$	$\geq 45$ dB
Piso (ruído de impacto)	$L'_{n,Tw}$	$\leq 80$ dB
Vedações verticais internas	$D_{n,Tw}$	$\geq 45$ dB
Vedações verticais externas e coberturas	$D_{2m,n,Tw}$	$\geq 20$ dB (Para Classe de Ruído I)

Para avaliação dos sistemas de vedações verticais internas e do ruído aéreo em sistemas de piso, o parâmetro analisado é o  $D_{n,Tw}$  (Diferença padronizada de nível ponderada), enquanto para avaliação do ruído de impacto nos sistemas de piso é considerado o parâmetro  $L'_{n,Tw}$  (Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado). Já para os sistemas de vedações verticais externas e coberturas, é analisado o parâmetro  $D_{2m,n,Tw}$  (Diferença padronizada de nível ponderada a 2 metros de distância da fachada).

### 3. MÉTODOS

As simulações foram realizadas utilizando a mesma base de projeto e com configurações idênticas em ambos os *software*, cujos procedimentos estão detalhados nos subcapítulos seguintes. Além da comparação entre os resultados obtidos em cada simulação, também foi feita a comparação de um dos itens avaliados com o resultado de uma medição realizada *in loco* conforme procedimentos da norma ABNT NBR ISO 16283-1 [4] no empreendimento do qual foram utilizados os dados para as simulações, ilustrado na Figura 1 abaixo.

Para fins de estudo, somente o trecho destacado foi reproduzido nas simulações de desempenho acústico para o presente artigo. Em ambas as simulações foram considerados os mesmos elementos construtivos, com as mesmas propriedades, conforme as informações do projeto.

As propriedades acústicas das composições consideradas nas simulações em ambos os *software* são obtidas a partir dos resultados de relatórios de ensaios realizados em laboratório, recebidos dos fornecedores. Para os sistemas construtivos sem a caracterização em laboratório, foi utilizado o *software* Insul versão 8.0.12 para cálculo do desempenho acústico dessas composições.

O Insul, por sua vez, é um *software* que dispõe de um banco de dados com a performance acústica de diversos materiais e que também realiza o cálculo do desempenho de novos sistemas, desde que inseridas corretamente as informações sobre esses, como densidade, razão de Poisson, Módulo de Young, entre outros.

Um resumo das composições consideradas no presente estudo e os respectivos índices de desempenho acústico podem ser verificados no Quadro 2.



**Figura 1:** Planta arquitetônica do projeto utilizado para as simulações de desempenho.

**Quadro 2:** Sistemas construtivos considerados nas simulações.

Sistema avaliado	Descrição das composições	Desempenho acústico	Dados obtidos
Pisos	Laje de concreto maciça esp.: 150 mm	$R_w = 57$ dB $L'_{nw} = 75$ dB	Insul
Vedações verticais internas	Bloco cerâmico esp.: 90 mm com contraparede em gesso acartonado, composta por um perfil de 48 mm e duas placas esp.: 12,5 mm em cada lado da parede	$R_w = 52$ dB	Insul
Vedações verticais externas e coberturas	Bloco cerâmico esp.: 140 mm revestida com 10 mm de gesso na face interna e 40 mm de massa cimentícia do lado externo + esquadria de alumínio composta por 2 folhas de vidro esp.: 4 mm e 2 bandeiras com vidro esp.: 6 mm com persiana integrada	$R_w = 46$ dB (alvenaria) e $R_w = 30$ dB (esquadria, considerando persiana fechada)	Insul (alvenaria) e RT 74/16 AtenuaSom (esquadria)

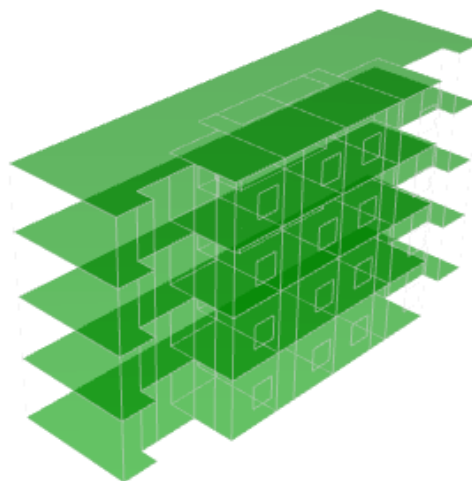
### 3.1 Simulação SONArchitect

Para a simulação realizada no *software* SONArchitect 3.1.11, foi desenvolvido o modelo a partir de desenho simplificado com base em CAD – *Computer Aided Design* (Desenho Auxiliado por Computador). Em seguida, foram caracterizados os ambientes com a configuração dos requisitos pertinentes para avaliação e, na sequência, foram inseridos os elementos construtivos e esquadrias conforme o projeto. Após os passos descritos, foi feito o cálculo da simulação e a análise dos resultados. O modelo da simulação pode ser verificado na Figura 2.

### 3.2 Simulação AcouBAT by CYPE

Já para a simulação no *software* AcouBAT by CYPE (versão 2022.e), foi utilizado o modelo arquitetônico desenvolvido em um *software* de projeto em BIM, no qual foi feito o desenho a partir de base CAD e inseridos os ambientes e esquadrias conforme o projeto. Após a finalização do modelo, foi feita a exportação com o *plugin* Open BIM. Com o arquivo exportado, é feita a importação na área de trabalho colaborativa BIMserver.center, onde todas as ferramentas da plataforma são conectadas. Dentro da plataforma existe o *software* CYPE Architecture, que permite o

desenvolvimento do modelo geométrico do projeto. No entanto, optou-se por utilizar um *software* externo para a modelagem, com o intuito de validar a interoperabilidade do sistema de trabalho e considerar uma situação mais próxima do que é praticado nos escritórios de arquitetura e engenharia.

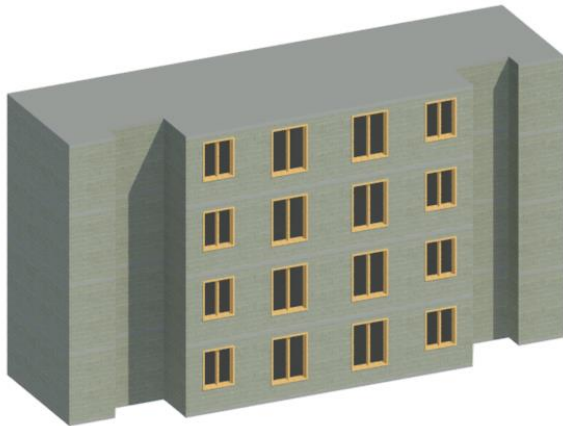


**Figura 2:** Modelo da simulação computacional utilizando *software* SONArchitect.

Com o modelo desenvolvido já dentro da plataforma BIMserver.center, é feito o processo de adaptação do modelo geométrico para modelo analítico por meio de um *software* intermediário, o Open BIM Analytical Model,



que permite ao *software* de simulação (neste caso, o AcouBAT by CYPE) a correta determinação dos parâmetros necessários para a realização do estudo. A etapa seguinte é a importação no AcouBAT by CYPE, que permite as simulações para avaliação de isolamento e condicionamento acústico [5]. Na Figura 3 está reproduzido o modelo desenvolvido para a simulação no *software* AcouBAT by CYPE.



**Figura 3:** Modelo arquitetônico exportado para a plataforma BIMserver.center por meio do *plugin* Open BIM.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

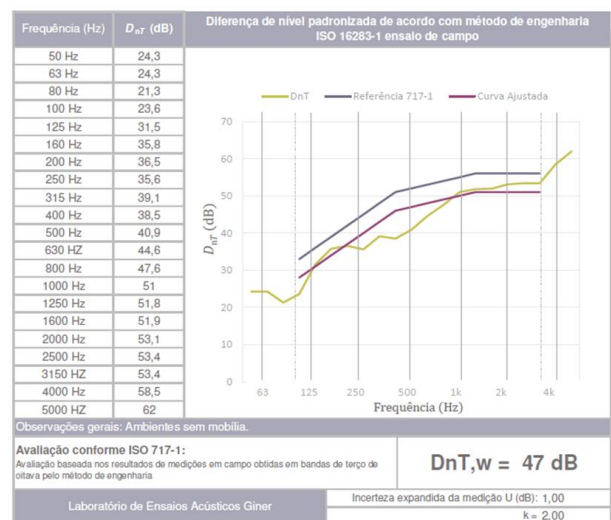
A seguir, no Quadro 2, estão apresentados os resultados obtidos para cada situação analisada em ambas as simulações, para fins de comparação. É possível observar que os resultados para o sistema de vedação vertical externa (fachada e cobertura) no “Dorm. 1” foi exatamente o mesmo em ambas as simulações. Na maioria dos resultados a variação apresentada é de apenas 1 a 2 dB entre a simulação realizada no *software* SONArchitect e a realizada no *software* AcouBAT by CYPE. Somente na avaliação de ruído aéreo para o sistema de piso no “Dorm. 1” obteve-se uma variação maior entre os resultados, de 3 dB.

Para validar a análise, foi feita também a comparação do resultado obtido em cada simulação em um dos itens avaliados com o resultado da medição realizada *in loco*, conforme procedimentos da norma ABNT NBR ISO 16283-1 [4], cujo resultado apresenta-se na Figura 4. A medição foi realizada na divisória entre “Dorm. 1” de unidades distintas na obra da

qual utilizou-se o projeto para fins de estudo no presente artigo, executada com as mesmas características de *layout* e elementos construtivos considerados em ambas as simulações.

**Quadro 2:** Comparação dos resultados obtidos nas simulações em cada *software*.

Sistema avaliado	Resultado SONArchitect (em dB)	Resultado AcouBAT by CYPE (em dB)
Fachada e cobertura Dorm. 1	35	35
Piso impacto Dorm. 1	78	77
Piso aéreo Dorm. 1	51	54
Divisória entre Dorm. 1	46	45
Fachada e cobertura Dorm. 2	34	35
Piso impacto Dorm. 2	80	78
Piso aéreo Dorm. 2	50	52



**Figura 4:** Resultado da medição realizada em campo.



## 5. CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados é possível identificar diferenças de até 3 dB entre os resultados simulados em cada um dos *software*. Quando comparados ao valor obtido na medição *in loco*, a diferença é de apenas 1 dB (SONArchitect) e 2 dB (AcouBAT by CYPE), comprovando dessa forma a eficácia das simulações para uma avaliação prévia dos projetos antes de sua execução e minimizando os riscos de adversidades futuras.

Foram avaliados também critérios como agilidade, facilidade de uso das ferramentas e tempo das simulações. Para a simulação realizada no *software* SONArchitect, apenas a própria ferramenta é utilizada em todo o processo, na qual são feitas todas as configurações de requisitos para avaliação, caracterização de ambientes e de elementos construtivos. Já para a simulação utilizando o *software* AcouBAT by CYPE, é preciso um *plugin* para exportar o modelo em BIM quando este for desenvolvido por outras disciplinas em *software* de terceiros e, após isto, é feita a importação no Open BIM Analytical Model, no qual o projeto é transformado em modelo analítico, para só então ser importado no AcouBAT by CYPE, onde são feitas as configurações restantes e a simulação de desempenho acústico.

A quantidade de ferramentas utilizadas durante o processo neste segundo caso pode ser justificada pelo propósito da interoperabilidade entre disciplinas e entre *software*, que tem como intenção justamente o aproveitamento do projeto já desenvolvido em vez de uma modelagem a partir do zero. No entanto, esse processo pode tornar-se mais trabalhoso caso ocorram modificações no projeto e sejam necessárias revisões nas simulações, dependendo do grau de alteração.

É válido também ressaltar que o modelo em BIM utilizado para a simulação com o AcouBAT by CYPE foi desenvolvido especificamente para este estudo, em condições ideais, tendo em vista a finalidade do modelo para a simulação acústica, o que eventualmente

pode não ocorrer na prática, quando o modelo é desenvolvido por outras disciplinas do projeto.

Contudo, conclui-se que os estudos realizados para o presente artigo são pertinentes para análise e acompanhamento de ferramentas e tecnologias que vêm sendo desenvolvidas com o intuito de otimizar o fluxo de trabalho para os projetistas unido à precisão nos resultados e levantar possíveis aprimoramentos na elaboração dessas ferramentas.

## 6. AGRADECIMENTOS

À empresa Giner e seus colaboradores, pela disponibilização das ferramentas e condições necessárias para o desenvolvimento das simulações e comparações utilizadas no presente artigo e à construtora que gentilmente nos cedeu os dados do projeto e da medição para estudo.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2021.
- [2] CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre. Anais eletrônicos. Porto Alegre: TIC, 2007. Disponível em: <[http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/CRESPO\\_2007.pdf](http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/CRESPO_2007.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- [3] INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO 12354: Building acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Genebra, 2017.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR ISO 16283-1: Acústica – Medições de campo de isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações – Parte 1: Isolamento a ruído aéreo. Rio de Janeiro, 2018.
- [5] MONTENEGRO, V. D.; AGNOLIN, S.; DUCRUET, P. Development of an architectural acoustic study through a complete Open BIM workflow. In: EURONOISE, Madeira, 2021.