

## ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE SOFTWARE OPEN SOURCE PARA CÁLCULO DE TEMPO DE REVERBERAÇÃO DE AUDITÓRIO

RODRIGO BARBOSA LIMA<sup>1</sup>, CAMYLLA GIOVANA DOS SANTOS<sup>2</sup>, JAIME GUILHERME LEAL GUIMARÃES ALVES<sup>3</sup>, MÁRIO VITOR PINHEIRO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Me. em Engenharia Civil, Coordenador no Centro Universitário de Itajubá FEPI, Itajubá-MG, rodrigo@fepi.br;

<sup>2</sup>Estudante de Engenharia Civil, Centro Universitário de Itajubá FEPI, Itajubá-MG, camyllagiovana.santos@gmail.com;

<sup>3</sup>Esp. em Acústica Arquitetônica e Engenharia Ambiental, ZetaLab, Itajubá-MG, j.guilherme@zeta-lab.com;

<sup>4</sup>Me. em Engenharia de Energia, Professor no Centro Universitário de Itajubá FEPI, Itajubá-MG, mariovitorpinheiro@hotmail.com.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
6 a 9 de outubro de 2025

**RESUMO:** Este trabalho objetivou validar a aplicabilidade do software open source i-Simpa na simulação do tempo de reverberação em um auditório universitário, a partir da comparação com dados de medições acústicas realizadas in loco. O trabalho não propõe soluções acústicas, mas visa verificar a acurácia da ferramenta digital como instrumento gratuito e acessível para simulação acústica. Foram utilizadas medições baseadas na ISO 3382-2 e simulações no software i-Simpa, com posterior análise comparativa dos resultados obtidos. Os resultados demonstram que o software apresenta boa precisão nas simulações, o que o torna aplicável em contextos acadêmicos e profissionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acústica arquitetônica, tempo de reverberação, i-Simpa, software livre, simulação.

### ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF OPEN SOURCE SOFTWARE FOR CALCULATING REVERBERATION TIME IN AN AUDITORIUM

**ABSTRACT:** This study aimed to validate the applicability of the open-source i-Simpa software for simulating reverberation time in a university auditorium, based on comparisons with data from on-site acoustic measurements. The study does not propose acoustic solutions, but rather aims to verify the accuracy of the digital tool as a free and accessible instrument for acoustic simulation. Measurements based on ISO 3382-2 and simulations using the i-Simpa software were used, with subsequent comparative analysis of the results obtained. The results demonstrate that the software presents good accuracy in simulations, making it applicable in academic and professional contexts.

**KEYWORDS:** Architectural acoustics, reverberation time, i-Simpa, free software, simulation.

### INTRODUÇÃO

O desempenho acústico em ambientes destinados à comunicação oral, como auditórios, salas de aula e teatros, é determinante para a compreensão da fala e conforto dos usuários. Entre os parâmetros mais relevantes nesse contexto está o tempo de reverberação (RT), cuja análise permite avaliar a eficiência acústica de um espaço. Tradicionalmente, essa análise exige equipamentos especializados e conhecimentos técnicos avançados, o que pode tornar o processo dispendioso.

Com o avanço da tecnologia, softwares de simulação acústica têm se tornado ferramentas relevantes na avaliação de ambientes construídos. Dentre essas ferramentas, destaca-se o i-Simpa, um software gratuito de código aberto que permite simular o comportamento acústico de ambientes através da geometria do espaço e das características dos materiais utilizados.

Além de seu caráter gratuito, o i-Simpa possui interface de fácil compreensão e suporte a modelos tridimensionais, tornando-se um recurso valioso para instituições de ensino e profissionais iniciantes que desejam realizar análises prévias sem custos com licenças de softwares comerciais. Sua

utilização pode facilitar o processo de tomada de decisão ainda na fase de projeto arquitetônico, permitindo ajustes baseados em previsões do desempenho acústico.

Assim, este trabalho tem como objetivo geral analisar e validar a aplicabilidade do software open source i-Simpa como ferramenta de simulação do tempo de reverberação em auditórios, considerando sua precisão, acessibilidade e potencial uso tanto em ambientes acadêmicos quanto profissionais. A proposta busca verificar se a ferramenta é capaz de reproduzir com fidelidade os resultados obtidos por meio de medições acústicas reais, estabelecendo critérios comparativos e metodológicos para aferir sua eficiência.

Além disso, o estudo buscou discutir as potencialidades do i-Simpa no contexto educacional e profissional, destacando suas funcionalidades e limitações. Essa reflexão considerou o cenário atual de ensino de acústica em instituições de ensino superior, bem como as demandas do mercado por ferramentas confiáveis e economicamente acessíveis. Por fim, o trabalho procurou fomentar o uso de ferramentas livres como alternativas viáveis para projetos de engenharia acústica em fases preliminares, ampliando o acesso ao conhecimento técnico e incentivando práticas sustentáveis.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Inicialmente, foi realizada a simulação do tempo de reverberação do auditório em estudo utilizando o i-Simpa. Essa etapa consistiu na modelagem tridimensional do espaço e na atribuição dos coeficientes de absorção dos materiais, seguindo critérios técnicos e parâmetros baseados na literatura. Em seguida, os resultados obtidos no ambiente virtual foram comparados com os dados registrados em medições realizadas in loco, seguindo as diretrizes estabelecidas pela norma ISO 3382-2. Essa comparação permitiu verificar a proximidade entre os valores simulados e medidos, contribuindo para a avaliação da acurácia do software.

### **Medições segundo ISO 3382-2**

As medições acústicas foram conduzidas de acordo com os procedimentos estabelecidos pela norma ISO 3382-2, que trata da avaliação de parâmetros acústicos em ambientes ocupados ou desocupados. Essa norma recomenda dois métodos para a medição do tempo de reverberação (RT): o método do ruído interrompido, que utiliza um alto-falante para emissão de ruído aleatório seguido de desligamento abrupto para análise da curva de decaimento sonoro; e o método da resposta impulsiva integrada, que considera a resposta do ambiente a um pulso sonoro.

Durante a etapa de medição, foram coletadas respostas impulsivas em diferentes pontos da plateia, respeitando os critérios de distribuição espacial e afastamento mínimo de superfícies refletoras, conforme exigido pela norma. Os dados coletados foram processados com o auxílio de softwares especializados, permitindo a determinação do tempo de reverberação em bandas de oitava, variando de 125 Hz a 4000 Hz. Essa abordagem proporciona uma análise mais precisa do comportamento acústico nas diferentes faixas de frequência (VILLAR; CARRAVETTA, 2012).

Como base documental, utilizou-se o relatório técnico elaborado pela empresa ZetaLab, responsável por consolidar os resultados experimentais do espaço analisado. A padronização dos procedimentos e a repetibilidade das medições conferiram confiabilidade estatística aos dados obtidos, os quais foram utilizados como referência para a validação do modelo acústico simulado.

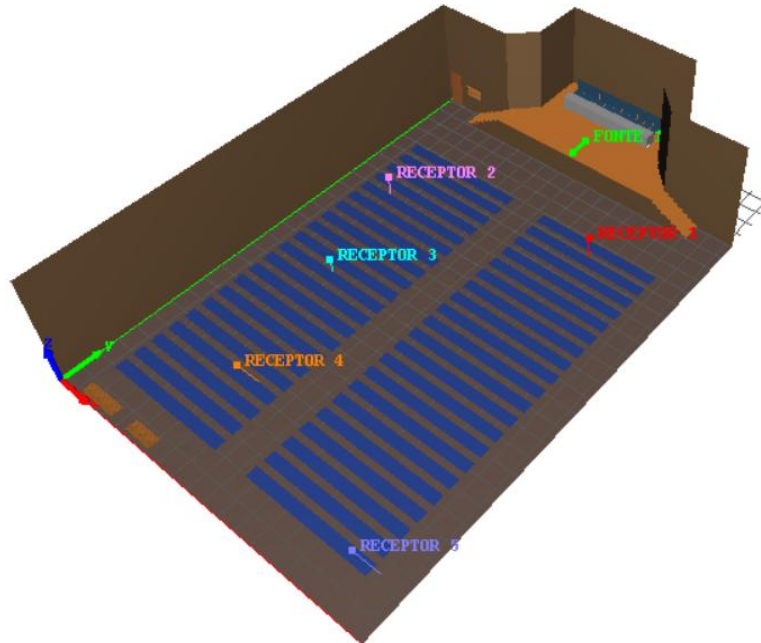
### **Modelo i-Simpa**

A simulação computacional foi conduzida utilizando o software i-Simpa, com base em um modelo tridimensional do auditório gerado a partir de suas dimensões reais. A geometria incluiu elementos como palco, paredes laterais, teto inclinado e disposição da plateia. Cada superfície foi caracterizada com coeficientes de absorção sonora por banda de frequência, obtidos de fontes como as tabelas ISO 11654 e bancos de dados acadêmicos (BRANDÃO, 2020).

O modelo foi configurado para emitir 5000 raios sonoros, com tempo de escuta de 1,5 segundos e cinco superfícies reflexivas principais, conforme parâmetros sugeridos por Charléty et al. (2007). Essa configuração visa garantir o equilíbrio entre tempo de processamento e precisão da

análise estatística dos trajetos acústicos. As fontes sonoras foram posicionadas no centro do palco e os receptores, em pontos representativos da audiência, seguindo boas práticas de simulação acústica (KROPP; FORSÉN, 2004).

Figura 1. Modelo tridimensional do auditório no software i-Simpa.

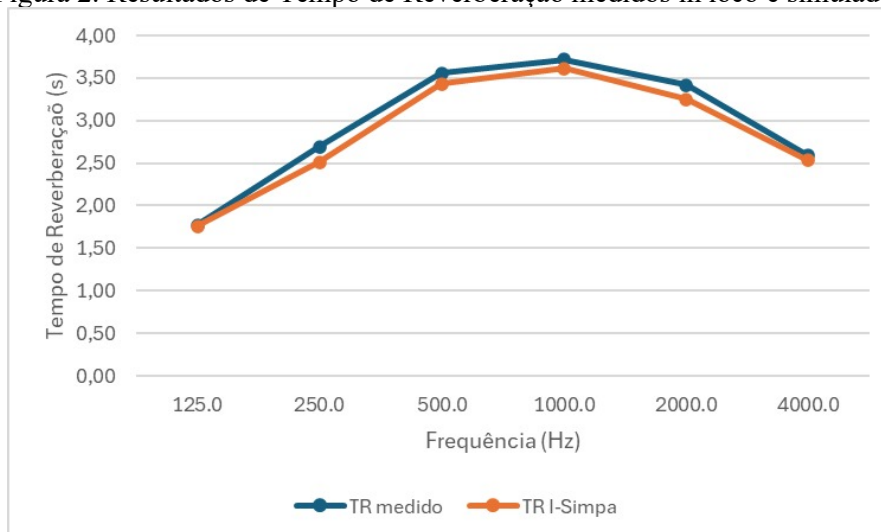


A modelagem evitou o uso de valores médios simplificados, utilizando dados específicos por faixa de oitava, o que resultou em maior aderência entre a simulação e as características reais do ambiente. Os resultados gerados pelo software incluíram valores de RT para cada banda de frequência, os quais foram posteriormente confrontados com os dados medidos experimentalmente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico apresenta os valores de tempo de reverberação medidos in loco e aqueles simulados com o i-Simpa para as principais bandas de frequência. A comparação foi feita por meio da análise direta das diferenças absolutas e relativas entre os pares de valores.

Figura 2. Resultados de Tempo de Reverberação medidos in loco e simulados.



A variação entre os tempos de reverberação medidos e simulados manteve-se inferior a 0,20 segundos em todas as faixas de frequência analisadas, o que é considerado excelente dentro do contexto de simulações acústicas preliminares. A menor diferença ocorreu na faixa de 125 Hz, com apenas 0,01 s, enquanto a maior variação foi registrada em 250 Hz, com 0,18 s. Esses resultados evidenciam um elevado grau de precisão no modelo simulado.

A análise comparativa confirma uma correspondência significativa entre os dados obtidos experimentalmente e os gerados pelo software i-Simpa, mesmo diante de simplificações geométricas e das limitações computacionais inerentes a ferramentas gratuitas. Isso demonstra que o i-Simpa é capaz de reproduzir com fidelidade o comportamento acústico do espaço analisado.

Dessa forma, reforça-se a viabilidade do i-Simpa como uma ferramenta acessível, prática e tecnicamente confiável para a validação e previsão do tempo de reverberação em ambientes arquitetônicos, especialmente em fases iniciais de projeto ou diagnóstico.

## CONCLUSÃO

A análise comparativa entre os dados simulados por meio do software i-Simpa e os valores obtidos experimentalmente demonstra que a ferramenta apresenta desempenho técnico satisfatório na estimativa do tempo de reverberação (RT). Apesar de ser um software gratuito e de código aberto, o i-Simpa foi capaz de reproduzir com boa aproximação os resultados medidos, especialmente nas bandas de frequência mais críticas para a inteligibilidade da fala.

A consistência entre os resultados reforça o potencial do i-Simpa como ferramenta de apoio em análises acústicas de ambientes como auditórios, salas de aula e espaços coletivos. No entanto, sua aplicação exige conhecimento técnico adequado, tanto na modelagem geométrica do ambiente quanto na definição precisa dos parâmetros físicos, além de uma interpretação crítica dos dados obtidos. Esses cuidados são fundamentais para garantir a confiabilidade dos resultados e evitar distorções que possam comprometer decisões de projeto ou diagnóstico.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BRANDÃO, Eric de Oliveira. Acústica de salas: projeto e modelagem. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2020.
- CHARLÉTY, J.; REDON, F.; CAPPELLETTI, C.; MAURIN, B. i-Simpa: A freeware for simulating room acoustics using 3D models and ray tracing method. In: Forum Acusticum, Sevilla, 2007.
- ISO. ISO 3382-1: Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 1: Performance spaces. Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
- ISO. ISO 3382-2: Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. Geneva: International Organization for Standardization, 2008.
- KINSLER, L. E. et al. Fundamentals of acoustics. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- KROPP, W.; FORSÉN, E. Engineering acoustics: an introduction to noise control. Berlin: Springer, 2004.
- OLIVEIRA, L. M. A.; NETO, A. F. A. Acústica aplicada ao projeto de edificações. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- PEREIRA, J. M.; PANDOLFI, A. C. Modelagem acústica em ambientes arquitetônicos utilizando ferramentas computacionais livres. In: Anais do Congresso Brasileiro de Acústica, Florianópolis: SOBRAC, 2016.
- VILLAR, R.; CARRAVETTA, M. G. Projeto acústico de ambientes escolares: guia técnico. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.