

# Acústica e Vibrações

Sociedade Brasileira de Acústica - Sobrac

Julho de 2020 - Vol. 35 ▶ N° 52

***Otimização de um metamaterial acústico labiríntico para absorção sonora na faixa de frequências de 100–300 Hz***

***Desenvolvimento e otimização de silenciador automotivo orientado a protótipos Formula Student***

***Ajuste de um modelo de parâmetros concentrados da orelha média usando diferentes funções objetivo***

***Exposição do risco ocupacional às vibrações mão-braço na operação de lixadeiras orbitais em marcenarias***

***Adequação acústica do Teatro Armando Gonzaga por meio de simulação computacional***

***Percepção da qualidade acústica de ambientes por alunos dos cursos de Arquitetura e Design de Interiores***

***Considerações iniciais sobre a regulamentação de ruído para aeronaves eVTOL***

***Chamadas:*** Publique na A&V, Escrevendo artigo em LaTeX/Overleaf, Associe-se à Sobrac, INAD Brasil 2020, Ano Internacional do Som 2020–2021, Congresso FIA/Sobrac 2020, V SeGAV, Congressos de acústica pelo mundo e Proceedings online

***News & Reviews:*** Resenhas de livros, Novo sonômetro B&K 2245 e Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

## Acústica & Vibrações

<https://revista.acustica.org.br>

ISSN: 2764-3611 (e) | 1983-442X (i)



### Comissão Editorial

#### Editor-Chefe

William D'Andrea Fonseca | ✉

#### Editores Associados

Ranny L. X. N. Michalski | ✉

Olavo M. Silva | ✉

#### Editor Convidado n. 52

Paulo Henrique Marez | ✉

#### English Proofreader

Joseph Lacey | ✉

#### Capa e Diagramação

William D'Andrea Fonseca

#### Endereços

UFSM – Centro Tecnológico – Sala 212  
Av. Roraima no 1000, Camobi  
Santa Maria, RS, Brasil - 97105-900  
[www.acustica.org.br](http://www.acustica.org.br)  
[sobrac@acustica.org.br](mailto:sobrac@acustica.org.br)

#### Diretoria Sobrac 2019/2020

Presidente: Stelamaris Rolla Bertoli | ✉

Vice-pres.: Krisdany S. M. Cavalcante | ✉

1º Sec.: Débora Miranda Barretto | ✉

2º Sec.: Maria Lygia Alves de Niemeyer | ✉

1º Tesoureiro: Roberto Jordan | ✉

2º Tesoureiro: Gustavo S. V. Melo | ✉

#### Conselhos

##### Deliberativo 2019/2022

Aline Lisot, Cândida de Almeida Maciel, Daniel Fernando Zajarkiewicz, Dinara Xavier da Paixão e José Augusto Mannis.

##### Deliberativo 2017/2020

Newton Sure Soeiro, Ricardo Eduardo Musafir, Julio Cordioli, Márcio H. Avelar Gomes e Bianca Dantas de Araujo.

##### Fiscal 2019/2020

Maria Lucia G. da Rosa Oiticica, Ranny L. X. N. Michalski e Viviane Suzey G. Melo.

##### Regionais 2019/2020

Região Norte, Região Nordeste, Região Centro Oeste, Regional São Paulo e Regional Rio Grande do Sul.

#### Informações

*Todos os artigos publicados passam por um sistema de revisão-parecer duplo-cego antes da aceitação. Os pareceristas são profissionais com conhecimento notável no assunto. Os conteúdos dos artigos são de responsabilidade dos autores.*

## Sumário

Editorial .....	3
<i>Editorial in English</i> .....	5

## Artigos

Otimização de um metamaterial acústico labiríntico para absorção sonora na faixa de frequências de 100–300 Hz .	7
Desenvolvimento e otimização de silenciador automotivo orientado a protótipos Formula Student .....	23
Ajuste de um modelo de parâmetros concentrados da orelha média usando diferentes funções objetivo .....	45
Exposição do risco ocupacional às vibrações mão-braço na operação de lixadeiras orbitais em marcenarias .....	59
Adequação acústica do Teatro Armando Gonzaga por meio de simulação computacional .....	73
Percepção da qualidade acústica de ambientes por alunos dos cursos de Arquitetura e Design de Interiores .....	89
Considerações iniciais sobre a regulamentação de ruído para aeronaves eVTOL.....	101

## Chamadas

Publique seu artigo na A&V .....	129
Introdução ao L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X e como iniciar um novo projeto no Overleaf .....	133
Associe-se à Sobrac .....	141
Regionais da Sobrac.....	142
Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído – INAD Brasil 2020 .....	143
International Year of Sound 2020 & 2021 – IYS'20 .....	147
12º Congresso Iberoamericano de Acústica – FIA 2020 & XXIX Encontro da Sobrac .....	149
V Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações (V SeGAV-e)	151
Congressos de acústica pelo mundo .....	153
Proceedings online.....	163

## News & Reviews

Resenhas de livros .....	165
Novo moderno sonômetro Brüel & Kjær modelo 2245 .....	171
1º Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro.....	177

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

## Editorial

A Comissão Editorial da **Revista Acústica & Vibrações** apresenta com grande satisfação a edição número 52, contendo uma série de novidades. Começamos elaborando sobre a estruturação da própria comissão, sendo que já neste número contamos com o apoio dos Editores Associados Ranny Michalski e Olavo Silva, profissionais com ampla experiência nos temas de A&V, que chegam para apoiar o crescimento da revista. Temos também, neste número, o apoio do Editor Convidado Paulo Mareze, professor do Curso de Engenharia Acústica da UFSM.

No caminho da internacionalização e buscando a qualidade, junta-se também ao time da A&V o revisor profissional de inglês Joseph Lacey, norte-americano nativo, com vasta experiência em traduções e revisões em língua inglesa. Isso significa que todos os *titles*, *abstracts* e *keywords* dos artigos já deste número passaram por sua revisão. É importante salientar que cada autor deve cobrir os custos do serviço para seu próprio artigo.

Diante do cenário atual de pandemia pelo novo Coronavírus, responsável pela doença Covid-19, passamos todos por mudanças e adaptações. Voltamos aos nossos lares, lugar de refúgio e segurança, mudamos nossos locais de trabalho, nossa jornada de trabalho, adaptamos nossas casas ao teletrabalho, tentamos continuar dando aulas, pesquisando e fazendo ciência, apesar das dificuldades. É importante destacar que nos solidarizamos com aqueles que sofrem os efeitos da doença, e com familiares e amigos daqueles que se foram. Reforçamos também que o leitor mantenha o isolamento social mesmo diante da flexibilização. Fique em casa se puder e, caso necessite sair, o faça apenas em caso de extrema necessidade e cumpra rigorosamente as medidas de proteção. Saúde em primeiro lugar. Em breve e com o esforço de todos, vamos superar esse momento difícil pelo qual estamos passando.

Temos diversas chamadas neste número: atualização dos detalhes da chamada para publicação de artigos; associe-se à Sobrac; detalhes sobre as atividades do INAD 2020 e do Ano Internacional do Som 2020-2021; atualização de informações acerca do congresso FIA-Sobrac 2020 e do V Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações; assim como a atualização da seção de *congressos de acústica pelo mundo* (que teve grande impacto devido às adequações necessárias impostas pela pandemia).

Na seção *News & Reviews* temos uma novidade: inauguramos as resenhas de livros (ou *book reviews*) com pequenos resumos do conteúdo de quatro livros, de forma a provocar o leitor a conhecer essas obras. A seção conta também com dois pequenos artigos muito interessantes. No primeiro, Fernando Diaz e Denison Oliveira nos apresentam a descrição do novo sonômetro Brüel & Kjaer, modelo 2245, um equipamento de uso intuitivo e fácil manuseio para medições de ruído ambiental. No segundo, Ranny Michalski conta um pouco sobre como foi o “Primeiro Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro”, realizado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP e pela Sobrac São Paulo.

Nesta edição de número 52 temos sete artigos publicados. Diversos temas da área de Acústica e Vibrações foram abordados, como por exemplo metamateriais, silenciadores, dinâmica da orelha média humana, vibração ocupacional, acústica de salas, percepção de qualidade acústica e regulamentação de ruído de aeronaves elétricas. Para facilitar o leitor na busca pelos temas de maior interesse, uma breve apresentação sobre cada artigo pode ser contemplada a seguir.

Gildean Almeida, Felipe Vergara, Leandro Barbosa e Linconl Farias, da UFSC, propõem uma geometria de metamaterial acústico que contém micro perfurações cilíndricas acopladas às cavidades de espaços enrolados. O dispositivo foi otimizado para atuar em baixa frequência (100 Hz–300 Hz) como um absorvedor de sub-comprimento de onda: a espessura do conjunto é muito menor do que o comprimento de onda da frequência de atuação. Alexandre Piccini, Paulo Mareze, Mário Martins e William D’A. Fonseca, da UFSM, expõem a metodologia empregada para o desenvolvimento e otimização de

um silenciador acústico focado para a equipe Formula UFSM, na qual as técnicas de matrizes de transferência, elementos finitos e algoritmos genéticos são adotadas ao longo do projeto. O trabalho resulta em um silenciador que atinge seguramente os limites regulamentados pela *Formula SAE*.

Lucas Lobato, Igor Bavaresco, Stephan Paul e Júlio Cordioli, da UFSC, apresentam resultados do ajuste de um modelo de parâmetros concentrados da orelha média, obtidos por meio de um algoritmo de otimização multi-objetivo (erros associados são discutidos). Cibele Flores, auditora fiscal do trabalho do Ministério da Economia, e Erasmo Vergara, professor da UFSC, avaliam o risco ocupacional da aceleração resultante da exposição do sistema mão-braço de trabalhadores que operam lixadeiras orbitais em atividades de marcenaria (observando ainda detalhes sobre os procedimentos de medição e as normativas vigentes).

O artigo de Guilherme Fagerlande, Maria Lygia Niemeyer e Júlio Torres, da UFRJ, apresenta resultados de simulações computacionais (utilizando o *software* BRASS) e medições acústicas para avaliar a qualidade acústica e propor adequações no Teatro Armando Gonzaga, projetado pelo arquiteto Affonso Eduardo Reidy e único equipamento cultural no bairro de Marechal Hermes, na cidade do Rio de Janeiro, RJ. O artigo de Eduardo Henrique Silva e Maria Lucia Oiticica, da UFAL, tem por objetivo analisar a evolução da percepção das características acústicas de ambientes por estudantes de graduação em diferentes períodos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Design de Interiores, submetidos a testes sonoros com fones de ouvido.

Por fim, Stephan Paul, Matheus de Lorenzo e Júlio Cordioli, da UFSC, apresentam o estado atual da regulamentação de ruído para aeronaves elétricas de pequeno porte com capacidade de decolagem e pouso na vertical (eVTOL), incluindo uma análise crítica considerando as principais características de projeto de tais aeronaves.

Gostaríamos também de aproveitar a oportunidade para convidar o leitor para o 12º Congresso Iberoamericano de Acústica (FIA) em conjunto com o XXIX Encontro da Sobrac, que será realizado em Florianópolis, de 23 a 26 de maio de 2021, devidamente reagendado por conta da pandemia. A programação incluirá palestras de especialistas mundialmente renomados, bem como apresentações de trabalhos e pôsteres sobre temas relacionados às áreas de Acústica e Vibrações. Uma exposição técnica com os últimos avanços em produtos e equipamentos ocorrerá em paralelo ao Congresso. Além disso, no dia 14 de agosto de 2020 ocorrerá o V Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações, batizado de V SeGAV-e por ter sido convertido na versão eletrônica-online. A novidade desse ano para o evento é que trabalhos inéditos poderão ser enviados em formato de *short paper*. Veja as chamadas com mais detalhes dentro da revista.

É interessante lembrar ao leitor que acompanha a Revista A&V que temos uma *versão livre* da revista, que contém a primeira página de cada artigo e as seções de Chamadas e *News & Reviews* na íntegra. A partir deste número começamos a atualizar (ainda internamente) o modelo (*template*) de artigo, contemplando detalhes requeridos pelos autores de 2018 a 2020. Na próxima edição ele deverá ser publicado.

Esperamos, a cada edição, publicar trabalhos dos mais variados ramos da área de acústica e vibrações. Para tanto, estamos investindo no aumento da atratividade da revista com a criação de novas seções, com mais espaço dedicado para a divulgação de ferramentas e eventos, e com a ampliação da publicidade nos meios acadêmicos. Queremos ainda agradecer à Sobrac, aos autores e ao grupo de pareceristas-revisores, pelo árduo e dedicado trabalho, imprescindíveis para tornar realidade esta publicação.

Aproveite a leitura!

Cordialmente, Editores Revista A&V n° 52, julho de 2020.

## Editorial in English

It is with great satisfaction that the Editorial Committee of Acoustic & Vibrations Journal (*Revista Acústica & Vibrações*) presents issue number 52, containing a series of novelties. We started by elaborating on the commission structure itself. Already in this issue, we have the assistance of Associate Editors Ranny Michalski and Olavo Silva, professionals with extensive experience in A&V topics. Their contribution furthers the journal's growth. In this issue, we have also counted upon Guest Editor Paulo Mareze, professor in the Acoustical Engineering Program at UFSM.

On the road to an increased international readership, highlighting the scientific quality of our publication, the English professional proofreader Joseph Lacey, native from the United States, with great expertise in English translations and revisions, also joins the A&V team. This means that all titles, abstracts, and keywords of the articles in this issue have been professionally reviewed. It is important to highlight that each author covers the costs for this service for their own article.

In view of the current pandemic scenario due to the new coronavirus, responsible for the disease Covid-19, we have gone through changes and adaptations. We have remained in our homes, places of refuge, and security. We have changed our homes into workplaces in order to continue teaching, researching, and practicing science to further our field. It is important to note that we sympathize with those who have already suffered from the effects of the disease and with family members and friends of those who have passed. We also reinforce that our readers maintain social isolation even in the face of flexibility. Stay at home if you can. If you need to leave, only do so in case of extreme need, strictly complying with protective measures. Health first. Soon and with joint effort, we will overcome this difficult moment that we are going through.

We have several Calls in this number: to update details for the call for publication of articles; to become an associate of Sobrac; to provide details on INAD 2020 activities and the International Year of Sound 2020-2021; to update information about the FIA-Sobrac 2020 conference and the V Southern Acoustic & Vibration Seminar; as well as to update the section on acoustics conferences around the world (which has been greatly impacted due to necessary adjustments imposed by the pandemic).

In the *News & Reviews* section, we have a novelty: book reviews containing short summaries of four books in order to invite the reader to explore these excellent works. The section also has two very interesting technical articles. In the first, Fernando Diaz and Denison Oliveira present us the description of the new Brüel & Kjaer Sound Level Meter, Type 2245, an intuitive and easy-to-use equipment for measuring environmental noise. In the second, Ranny Michalski tells a little about the "First FAU USP Seminar on Sound Mapping", held by the Faculty of Architecture and Urbanism at USP and by Sobrac São Paulo.

In this issue number 52, we have published seven articles. Several topics in the area of Acoustics & Vibrations were addressed, such as metamaterials, silencers, dynamics of the human middle ear, occupational vibration, room acoustics, perception of acoustic quality, and noise regulation of electric aircraft. To facilitate the reader in the search for the topics of major interest, a brief presentation of each article is contemplated below.

Gildean Almeida, Felipe Vergara, Leandro Barbosa, and Linconl Farias, from UFSC, propose an acoustic metamaterial geometry that contains cylindrical micro-perforations attached to cavities in coiled spaces. The device has been optimized to operate at low-frequency (100 Hz–300 Hz) as a sub-wavelength absorber – the thickness of the device is much less than the wavelength of the actuation frequency. Alexandre Piccini, Paulo Mareze, Mário Martins, and William D'A. Fonseca, from UFSM, expose the methodology used for the development and optimization of an acoustic silencer designed

for the Formula UFSM team, in which the transfer matrix techniques, finite elements, and genetic algorithms were adopted throughout the project. The study results in a silencer that safely meets the limits established by *Formula SAE* regulation.

Lucas Lobato, Igor Bavaresco, Stephan Paul, and Júlio Cordioli, from UFSC, present their results on adjusting a model for concentrated parameters of the middle ear, obtained through a multi-objective optimization algorithm (associated errors are discussed accordingly). Cibele Flores, labor inspector at the Ministry of Economy, and Erasmo Vergara, professor at UFSC, assess the occupational risk of acceleration resulting from exposure to the hand-arm system of workers who operate orbital sanders in joinery activities (details about the measurement procedures and current regulations are also observed).

The article by Guilherme Fagerlande, Maria Lygia Niemeyer, and Júlio Torres, from UFRJ, presents their results on computational simulations (using BRASS software) and acoustic measurements to assess acoustic quality and propose adaptations to the Teatro Armando Gonzaga – designed by the architect Affonso Eduardo Reidy and the only cultural installation in the neighborhood of Marechal Hermes, in the city of Rio de Janeiro, RJ. The article by Eduardo Henrique Silva and Maria Lucia Oiticica, from UFAL, aims to evaluate the evolution among students of perception of environmental acoustic characteristics (in two periods of the Architecture and Urbanism, and Interior Design courses), submitted to sound evaluations with headphones.

Finally, Stephan Paul, Matheus de Lorenzo, and Júlio Cordioli, from UFSC, present the current state of noise regulation for small electric aircraft with vertical takeoff and landing capability (eVTOL), including a critical analysis considering the main characteristic designs of such aircraft.

We take the opportunity to invite the reader to the 12th Ibero-American Acoustic Congress (FIA) together with the XXIX Sobrac Meeting, which will be held in Florianópolis, from May 23 to 26, 2021, duly rescheduled due to the pandemic. The program will include lectures by world-renowned experts, as well as presentations and posters on topics related to Acoustics and Vibrations. A technical exhibition with the latest advances in products and equipment will take place in parallel to the Congress. In addition, on August 14, 2020, the V Southern Seminar on Acoustics and Vibrations will take place, named V SeGAV-e for having been converted into the electronic-online version. The novelty of this year for the event is that unpublished works may be sent in *short paper* format. See the calls in more detail inside this issue.

It is important to remind the reader who accompanies A&V Journal that we have a free version of this issue, which contains the first page of each article and the sections of Calls and News & Reviews in full details. From this issue, we have begun to update (still internally) the article template, including details required by the authors from 2018 to 2020. In our next edition, it should be published.

We hope, with each edition, to publish works from the most varied branches of acoustics and vibrations. To this end, we are investing in increasing the journal's attractiveness with the creation of new sections, with more space dedicated to the dissemination of tools and events, and with the expansion of advertising in academic circles. We would also like to thank Sobrac, the authors and the group of peer-reviewers for their hard and dedicated work, which were essential to transform this publication into reality.

Enjoy reading!

Cordially, Editors A&V n° 52, July 2020.

# Otimização de um metamaterial acústico labiríntico para absorção sonora na faixa de frequências de 100–300 Hz

Almeida, G. N.<sup>1</sup> ; Vergara, E. F.<sup>2</sup> ; Barbosa, L. R.<sup>3</sup> ; Farias, L. C. B.<sup>4</sup> 

<sup>1,2,3,4</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Laboratório de Vibrações e Acústica (LVA), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis, SC, gildean\_fsa@hotmail.com, e.f.vergara@ufsc.br

## Resumo

O controle da energia sonora em ambientes fechados ao longo de todo espectro de frequência é um fator importantíssimo, especialmente quando o conforto acústico é uma necessidade do projeto arquitetônico do ambiente. Este controle é realizado pelo tratamento acústico, sendo o coeficiente de absorção sonora um parâmetro físico do material acústico utilizado. Todavia, os materiais acústicos absorvedores convencionais (e.g. espumas e fibras) apresentam limitações geométricas e operacionais no controle da energia sonora relativa a região das baixas frequências (100–600 Hz). Recentemente este controle ganhou notabilidade com o advento dos metamateriais acústicos (MMA). Neste artigo apresentamos uma avaliação teórica, numérica e experimental de um instituído metamaterial absorvedor de baixas frequências. O metamaterial acústico fundamenta-se na teoria dos painéis micro perfurados (MPP) e no conceito de espaços enrolados, os quais se assemelham a um labirinto. Os efeitos de atrito viscoso e difusão térmica, importantes na descrição analítica do modelo são corroborados por meio de uma análise numérica utilizando o método dos elementos finitos (MEF). O coeficiente de absorção sonora do metamaterial é maximizado por um método heurístico para a região de frequência entre (100–300 Hz). Uma amostra do metamaterial foi fabricada pela tecnologia de impressão 3D e avaliada em um aparato de tubo de impedância. Os resultados obtidos revelam uma absorção sonora de 0,97% em 216 Hz com uma largura de banda relativa de 49,0%. É demonstrado que o metamaterial acústico apresenta uma escala de sub comprimento de onda, uma vez que sua espessura total é de  $0,026\lambda$ .

**Palavras-chave:** absorção sonora, metamaterial acústico, otimização paramétrica.

**PACS:** 43.50.Gf, 43.55.Ev, 43.58.Bh, 43.20.Mv.

## Optimization of a labyrinthine acoustic metamaterial for sound absorption in the frequency range 100–300 Hz

### Abstract

Controlling sound energy in closed environments over the entire frequency spectrum is an extremely important factor, especially when acoustic comfort is a necessity of the architectural design of the environment. This control is performed by acoustic treatment, the sound absorption coefficient being a physical parameter of the acoustic material used. However, conventional sound absorbing materials (e.g. foams and fibers) have geometric and operational limitations towards controlling the sound energy with respect to the low frequency region (100–600 Hz). Such control has recently gained notoriety with the advent of metamaterial absorbers (MMA). In this article we present a theoretical, numerical and experimental evaluation of an established low-frequency absorption metamaterial. The acoustic metamaterial is based on the theory of micro-perforated panels (MPP) and the concept of coiled-up spaces, which resemble a labyrinth. The effects of viscous friction and thermal diffusion, important in the analytical description of the model, are corroborated through a numerical analysis using the finite element method (FEM). The sound absorption coefficient of the metamaterial is maximized by a heuristic method for the 100–300 Hz frequency region. A sample of the metamaterial was manufactured using 3D printing technology and evaluated in an impedance tube apparatus. The results obtained reveal sound absorption of 0.97% at 216 Hz with relative bandwidth of 49.0%. This demonstrates that the acoustic metamaterial presents a subwavelength scale, since its total thickness is  $0.026\lambda$ .

**Keywords:** sound absorption, acoustic metamaterial, parametric optimization.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

# Desenvolvimento e otimização de silenciador automotivo orientado a protótipos Formula Student

Piccini, A.<sup>1</sup> ; Mareze, P. H.<sup>2</sup> ; Martins, M. E. S.<sup>3</sup> ; Fonseca, W. D'A.<sup>4</sup> 

<sup>1,2,4</sup> Engenharia Acústica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS,  
{alexandre.piccini, paulo.mareze, will.fonseca}@eac.ufsm.br

<sup>3</sup> Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, mario@mecanica.ufsm.br

## Resumo

Competições Formula Student/FSAE estipulam limites de ruído para os protótipos veiculares *Formula SAE* de combustão interna, de forma a não agredir a saúde auditiva de participantes. A regulamentação vigente nestas competições estipula limites de nível de pressão sonora de até 103,0 dB(C) em marcha lenta e 110,0 dB(C) em todas as outras faixas de operação do motor, sob determinadas condições de medição. Muitas equipes demonstram dificuldades em atender esses critérios de forma eficaz, visto que estudos de caso de sucesso são raramente documentados. Este trabalho propõe métodos para este fim, discutindo detalhadamente a concepção e a otimização de silenciadores para os casos citados. Formas de caracterização e modelagem do problema são abordadas com base na potência sonora da fonte e na predição de níveis de pressão sonora. Protótipos e o processo de tomada de decisão são propostos e discutidos detalhadamente. Posteriormente, a aplicação de algoritmos genéticos à otimização de silenciadores em baixas frequências aliada ao método de matrizes de transferência é abordada. Além disso, a análise pelo método de elementos finitos é realizada com o propósito de estender o intervalo de frequências estudadas e também verificar os efeitos da aplicação de materiais porosos. Mil gerações, com 50 indivíduos cada, são estimadas, direcionando o projeto em estudo para reduzir o nível de pressão sonora global previsto em 3,3 dB(C), em média. O trabalho resulta em um projeto que atinge seguramente os limites estabelecidos por regulamento. A validação do protótipo construído nas duas condições de avaliação constatou níveis de pressão sonora de 89,9 dB(C) e 108,5 dB(C), respectivamente.

**Palavras-chave:** silenciador, otimização, algoritmo genético, formula sae, veicular.

**PACS:** 43.10.Sv, 43.20.Hq, 43.20.Jr, 43.20.Mv, 43.30.Zk, 43.50.-x, 43.50.Gf.

## Design and optimization of automotive silencers oriented to Formula Student prototypes

### Abstract

Formula Student/FSAE competitions establish noise limits for Formula SAE prototypes powered by internal-combustion engines; thus ensuring auditory protection for all participants. Current regulations establish sound pressure level (SPL) limits of 103,0 dB(C) and 110 dB(C) for idle engine speed and *test speed* conditions, respectively, under specifically determined measurement conditions. Many teams often struggle to comply with such regulations effectively, given that successful case studies are seldom documented. This work proposes a methodology for just such a purpose through detailed discussion of designing and optimizing the construction of such silencers, for the cases cited herein. Characterization and modeling methods are addressed based upon source sound power levels and sound pressure level prediction. The prototypes are proposed and discussed in detail, as well as the decision-making process involved for their selection. Furthermore, the application of Genetic Algorithms to silencer optimization (in the low-frequency range) linked to the transfer matrix method is conducted and discussed. A thousand generations (with 50 individuals each) are studied, directing the case under study to reduce predicted global sound pressure levels by 3,3 dB(C) on average. This study has resulted in a design that safely complies with the limits set by current regulations. With respect to validation, the prototype built under both conditions measured 89,9 dB(C) and 108,5 dB(C), respectively.

**Keywords:** muffler, optimization, genetic algorithm, formula sae, vehicle.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

# Ajuste de um modelo de parâmetros concentrados da orelha média usando diferentes funções objetivo

Lobato, L. C.<sup>1,\*</sup> ; Bavaresco, I.<sup>1</sup>; Paul, S.<sup>1</sup> ; Cordioli, J.<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Laboratório de Vibrações e Acústica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC,

\*lucascostalobato@gmail.com

## Resumo

Modelos de parâmetros concentrados têm servido ao estudo da dinâmica orelha média humana desde a metade do século XX. Em geral, o ajuste dos modelos é fundamentado em dados experimentais, sendo que ele pode ser feito a partir de uma função de objetivo único ou que envolve múltiplos objetivos. O ajuste dos parâmetros físicos por uma função de objetivo único pode interferir na representatividade dos modelos, fazendo-os menos capazes de corresponder à fisiologia da orelha média normal e sob condições patológicas. Este artigo apresenta um modelo de parâmetros mecânicos concentrados da orelha média humana e um estudo sobre o ajuste deste modelo, preliminarmente, por otimização única de cada grandeza dinâmica proposta, seguida por uma otimização com múltiplos objetivos destas grandezas. As soluções obtidas são, então, comparadas a dados experimentais de referência a fim de avaliar a melhor representatividade do modelo a partir de um ajuste multiobjetivo.

**Palavras-chave:** orelha média, modelo matemático, ajuste, funções objetivo.

**PACS:** 43.64.Ha, 43.64.Wn, 43.66.Ba, 43.70.Aj.

## Fitting of a lumped-element model of the human middle ear using different objective functions

### Abstract

Lumped parameter models have served to study the dynamics of the human middle ear since the mid-twentieth century. Generally, these models can be fitted using experimental data, which can be gathered using a single or multiple-objective function. However, adjusting for physical parameters using a single objective function may interfere with model representativeness. As such, such models become less capable of corresponding to typical physiology of the middle ear under normal and pathological conditions. This article presents a mechanical lumped parameter model of the human middle ear and a study on its adjustment, preliminarily found using the single optimization of each proposed dynamic quantity, followed by a multiple-objective optimization of these quantities. The results obtained are then compared with experimental reference data in order to evaluate the model's best representativeness using a multi-objective adjustment.

**Keywords:** middle-ear, mathematical model, fitting, objective functions.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

# Exposição do risco ocupacional às vibrações mão-braço na operação de lixadeiras orbitais em marcenarias

Flores, C.<sup>1</sup> ; Vergara, E. F.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Auditoria Fiscal do Trabalho, Ministério da Economia, Porto Alegre, RS, cibeelflores@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Laboratório de Vibrações e Acústica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, e.f.vergara@ufsc.br

## Resumo

A exposição às vibrações em mãos e braços do corpo humano é um risco ocupacional e está relacionada com o uso e manipulação de ferramentas de trabalho que são agarradas pelas mãos. Ademais, a exposição permanente às vibrações em mãos e braços e por longos períodos pode provocar lesões, doenças e contribuir para desenvolver distúrbios musculoesqueléticos. Neste estudo foi avaliado o risco ocupacional da aceleração resultante de exposição normalizada (aren) no sistema mão-braço de trabalhadores que operaram lixadeiras orbitais em atividades de marcenaria, em função de quatro tempos totais de avaliação (75, 165, 255 e 435 minutos) considerando períodos de 30 minutos de atividade e 15 minutos de descanso. Medições de aceleração instantânea foram realizadas durante 20 e 60 segundos, para sete lixadeiras orbitais, as quais foram manuseadas por seus operadores durante a execução de uma atividade laboral habitual. A aren das lixadeiras avaliadas em períodos totais de 165, 255 e 435 minutos ultrapassou o Limite de Ação ( $2,5 \text{ m/s}^2$ ) recomendado pela NR-9 do MTE. Para aren com tempo total de atividades superior a 165 minutos, o Limite de Exposição Ocupacional de  $5 \text{ m/s}^2$  foi excedido.

**Palavras-chave:** vibração ocupacional; aceleração em ferramentas manuais; marcenarias.

**PACS:** 43.40.Ng, 43.66.Wv, 43.40.At.

## Exposure of occupational risk to hand-arm vibrations when operating orbital sanders in woodworking

### Abstract

Exposure to vibrations in the hands and arms of the human body is an occupational hazard and is related to the use and manipulation of work tools. Moreover, permanent exposure to vibrations in the hands and arms for long periods can cause injuries, diseases and contribute to the development of musculoskeletal disorders. This study evaluates the acceleration resulting from normalized exposure (AREN) in the hand-arm system of workers who operated orbital sanders in joinery activities over four total evaluation times (75, 165, 255 and 435 minutes) considering 30 minutes activity periods and 15 minutes of rest. Instantaneous acceleration measurements were performed during 20 and 60 seconds for seven orbital sanders handled by their operators during the performance of a usual work activity. AREN of sanders evaluated in periods totalling 165, 255, and 435 minutes exceeded the Action Limit ( $2.5 \text{ m/s}^2$ ) recommended by the NR-9 of MTE. For AREN with total activity time greater than 165 minutes, the Occupational Exposure Limit of  $5 \text{ m/s}^2$  has been exceeded.

**Keywords:** occupational vibration; hand tool acceleration; woodworking.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

# Adequação acústica do Teatro Armando Gonzaga por meio de simulação computacional

Fagerlande, G.<sup>1</sup> ; Niemeyer, M. L.<sup>2</sup> ; Torres, J. C. B.<sup>3</sup> 

<sup>1,2</sup>Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, {guilhermefagerlande, dobarulhoproarj}@gmail.com

<sup>3</sup>Programa de Engenharia Elétrica/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, julio@poli.ufrj.br

## Resumo

Raramente os teatros são projetados para uso múltiplo, entretanto aqueles situados em áreas carentes de equipamentos culturais acabam por ser usados para abrigar múltiplos usos, nem todos previstos em projeto. Porém, cada uso demanda características acústicas ideais distintas. O Teatro Armando Gonzaga foi projetado pelo arquiteto Affonso Eduardo Reidy e é o único equipamento cultural no bairro de Marechal Hermes. Desde sua inauguração em 1954 tem sido utilizado para diferentes finalidades, como peças de teatro, dança, música acústica e música amplificada. O objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar a qualidade acústica e propor adequações no Teatro Armando Gonzaga, por meio de simulação computacional. Foram realizadas medições acústicas e geométricas no interior do teatro para a elaboração e validação de um modelo de simulação acústica. As medições acústicas realizadas no teatro mostram que as características atuais não atendem, totalmente, ao desempenho acústico requisitado para as apresentações neste equipamento cultural. Após validação do modelo, foram investigadas soluções que adequassem o teatro a dois tipos de uso: da música acústica e da palavra. Como os parâmetros acústicos requisitados para cada finalidade não são os mesmos, propôs-se a utilização de elementos arquitetônicos flexíveis para a sala. Cada cenário foi então simulado e os resultados mostram que estas adequações são possíveis e podem melhorar o condicionamento acústico da edificação, tanto para palavra quanto para música acústica, atendendo aos parâmetros acústicos requeridos, mas respeitando as suas características originais.

**Palavras-chave:** acústica de salas, simulação acústica, parâmetros de qualidade acústica.

**PACS:** 43.20.Dk, 43.55.-n, 43.55.Br, 43.55.Fw, 43.55.Ka.

## Acoustic adequacy of Armando Gonzaga Theater through computer simulation

### Abstract

Theaters are rarely designed for multiple uses, however those located in areas lacking other cultural facilities invariably end up being used to house varied artistic presentations, not all of which were foreseen in the building's original design and construction. However, each use demands different ideal acoustic characteristics. In most cases, such rooms have a fixed configuration which only serves one type of use or does not perfectly fit any type of use. The Armando Gonzaga Theater was designed by the architect Affonso Eduardo Reidy and is the only cultural facility in the neighborhood of Marechal Hermes, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. Since its inauguration in 1954, it has been used for different purposes, such as plays, dances, acoustic music and amplified music. The general objective of this work is to evaluate through computer simulation the acoustic quality to Teatro Armando Gonzaga and propose respective adjustments. Acoustic and geometric measurements were made inside the theater for the elaboration and validation of an acoustic simulation model. The acoustic measurements carried out in the theater demonstrate that the current characteristics do not fully meet the acoustic demands required for the performances in this cultural environment. After validating the model, solutions were investigated to adapt the theater for two types of use: acoustic music and speech. As the acoustic parameters required for each purpose are not the same, flexible architectural elements were proposed for the room. Each scenario was then simulated and the results show that these adjustments are both possible and should improve the building's acoustic conditioning both for speech and for acoustic music, thus meeting the required acoustic parameters while respecting their original characteristics.

**Keywords:** room acoustics, acoustic simulation, acoustic quality parameters.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

# Percepção da qualidade acústica de ambientes por alunos dos cursos de Arquitetura e Design de Interiores

Silva, E. H.<sup>1</sup> ; Oiticica, M. L. G. da R.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Mestrando DEHA / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Al, Brasil, eduardohenrique.arq@gmail.com

<sup>2</sup>Arquiteta, Professora Doutora DEHA / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Al, Brasil, mloiticica@hotmail.com

## Resumo

Arquitetos e urbanistas brasileiros têm, em virtude de suas atribuições profissionais garantidas na Resolução 51 do CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil), autonomia para tomar decisões técnicas que demandam conhecimento de detalhes conceituais que não são aprofundados na graduação. O conforto acústico é uma disciplina técnica que, além de dados mensuráveis por meio de equipamentos, exige sensibilidade por parte do profissional de arquitetura na tomada de decisões sobre qual material empregar para garantir a adequação do conforto acústico tanto no condicionamento quanto no isolamento acústico do ambiente construído. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar qual é o nível de percepção das características acústicas em ambientes por estudantes do curso de Arquitetura e Design de Interiores. A metodologia aplicada envolveu a seleção de 3 grupos de 10 estudantes em diferentes níveis de graduação (3º, 6º períodos da graduação de Arquitetura e Urbanismo e 5º período do curso de Design de Interiores) que foram submetidos a um teste sonoro com fones de ouvido. Nesse teste, foram reproduzidas gravações de diversos tipos de ambientes com diferentes condições acústicas e aplicou-se um questionário de múltipla escolha em que cada aluno identificaria as características acústicas de cada sala. Os resultados mostraram a evolução da compreensão das características acústicas pelos alunos após o contato com o conteúdo ensinado.

**Palavras-chave:** percepção sonora, ensino, ambiente construído, arquitetura, design.

**PACS:** 43.55.-n, 43.55.Hy, 43.66.Lj, 43.75.Cd.

## Acoustic quality perception in environments by architecture and interior design students

### Abstract

Courtesy of professional attributes defined and guaranteed in Resolution 51 of the Brazilian Council of Architecture and Urbanism (CAU - *Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil*), Brazilian architects and urbanists exercise authority to execute technical decisions requiring knowledge of conceptual details which are not studied in-depth across undergraduate curriculums. Beyond using equipment to measure data, acoustic comfort is a technical discipline which demands the professional architect's sensibility when deciding which materials to employ in order to guarantee adequate acoustic comfort both in the constructed environment's conditioning and acoustic isolation. Thus, the objective of the present study was to evaluate levels of perception among Architecture and Interior Design students concerning environmental acoustics. The methodology applied began by selecting three (3) groups of ten (10) students each from different levels of enrollment/conclusion within Brazilian undergraduate programs [third (3rd) and sixth (6th) semesters of Architecture and Urbanism and fifth (5th) semester of the Interior Design curricula, respectively]. Using headphones, each student then listened to recordings of acoustically diverse environments. Following, a multiple-choice questionnaire was applied to gauge their identification of each room's acoustic characteristics. Results show the evolution of comprehension of acoustic characteristics among students after their exposure to the content taught.

**Keywords:** sound perception, teaching, built environment, architecture, design.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

# Considerações iniciais sobre a regulamentação de ruído para aeronaves e VTOL

Paul, S. ; de Lorenzo, M. ; Cordioli, J. A. 

Lab. de Vibrações e Acústica, Dep. de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, stephan.paul@ufsc.br

## Resumo

A busca por novas soluções de mobilidade urbana deu origem a propostas de aeronaves elétricas de pequeno porte com capacidade de decolagem e pouso na vertical (eVTOL) para o transporte de passageiros e bens. Previstos para operarem em centros urbanos, estas aeronaves e suas operações precisam ser cuidadosamente regulamentadas em aspectos como segurança de voo e o impacto sonoro para garantir sua aceitação na comunidade. A considerável diferença entre aeronaves convencionais e suas operações em aeródromos e aeronaves eVTOL e suas operações no ambiente urbano é analisada apresentando-se algumas das principais características de 50 projetos de aeronaves eVTOL que possam ser de relevância na regulamentação destas aeronaves e suas operações. Para contextualização e comparação apresenta-se um breve resumo considerando aeronaves e aeródromos convencionais. A partir da análise de artigos científicos, *whitepapers* e documentos de natureza regulamentar, explana-se o estado atual da regulamentação de aeronaves eVTOL, dando ênfase nas questões que potencialmente tenham relevância para a regulamentação de ruído que ainda está em fase de desenvolvimento. Conclui-se que atualmente há poucos elementos base para uma regulamentação de ruído deste novo tipo de aeronaves e operações, mas que projetos de aeronaves e propostas de regulamentação parecem estar alinhados com critérios para regulamentação de helicópteros de pequeno porte e aeronaves com rotores basculantes. Contudo, basear-se extensivamente na regulamentação estas duas classes de aeronaves não parece ser a melhor estratégia a ser adotada pelas autoridades aeronáuticas competentes, pelas diferenças que existem no que concerne características das emissões sonoras e procedimentos de operação. Neste sentido os autores dão sugestões que possa nortear esforços de pesquisa para apoiar o processo de regulamentação.

**Palavras-chave:** ruído de aeronaves, operações, aeródromos, vertiportos, eVTOL, UA, MAT.

**PACS:** 43.50, 43.50 Sr, 43.50 Lj.

## Initial considerations on acoustic regulation for eVTOL aircraft

### Abstract

The search for new urban mobility solutions induced a considerable number of proposals for small electrified aircraft with vertical take-off and landing capacity (eVTOL). For urban environments such aircraft and their operations need to be regulated carefully, including aspects such as safety and noise impact. The differences with respect to conventional aircraft and their operations using conventional airports and heliports are pointed out analyzing 50 eVTOL projects concerning aspects that might be relevant for regulation. For contextualization and comparison a short overview of the current state of conventional aircraft and airport noise regulation is presented. Based on the scientific literature, whitepapers, and legal documents the current state of regulation for eVTOL aircraft is introduced. While the regulation is still a matter of debate and only initial proposals are being developed, current eVTOL projects, especially for manned air transport are in line with light helicopter and tilt-rotor aircraft regulation. Nevertheless, blindly adopting the regulation framework of these aircrafts might not be appropriate as noise characteristics and operations differ considerably. In this sense the authors give research suggestions to help in the regulatory process.

**Keywords:** aircraft noise, operations, airports, vertiports, eVTOL, UA, MAT.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

William D'Andrea  
Fonseca 

(Editor-Chefe A&V)

Universidade Federal de  
Santa Maria  
Av. Roraima nº 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria - RS

{will.fonseca}  
@eac.ufsm.br

# Publique seu artigo na Acústica e Vibrações

Traga seu trabalho para a A&V e contribua para a ciência do país e do mundo, sendo reconhecido por seus desenvolvimentos

A Revista Acústica & Vibrações (A&V) publica artigos técnicos em diversas áreas relacionadas com os temas de A&V. Ela é coordenada pela Sociedade Brasileira de Acústica via seus editores (ainda apoiados por revisores e pareceristas).

As submissões podem ser feitas em português, espanhol e inglês, sempre incluindo resumo, palavras-chave, PACS<sup>a</sup>, title, abstract e keywords (na primeira página). Há um modelo (template) completo com instruções e detalhes sobre escrita, formato e submissão [1] — ele pode ser obtido no site da revista (<https://revista.acustica.org.br>), site da Sobrac [2] ou no Overleaf<sup>b</sup> [3].

## 1. Tipos de artigo

A revista aceitará **submissões originais** (isto é, ainda não publicadas) de pesquisas científicas e aplicações de engenharia, arquitetura, áudio, física, matemática e áreas afins. Assim, serão considerados os seguintes tipos de documento:

- **Artigos de revisão (Review papers):** discutem o *estado da arte* sobre o tema pretendido, aclarando desde aspectos básicos até os sofisticados. Esse tipo de submissão deve ser completo no que concerne à literatura, cobrindo em boa parte as ideias, modelos, experimentos etc. já desenvolvidos, mesmo que não estejam de acordo com a opinião do autor. É importante que o assunto seja de interesse da comunidade científica.
- **Artigos científicos (Scientific papers):** contém material original (ideias, modelos, experimentos etc.) não publicado, que contribui substancialmente para o avanço da ciência naquele tema. Ele deve estabelecer uma relação entre seu conteúdo e o *estado da arte* já publicado.
- **Artigos técnicos e aplicados (Technical and applied papers):** apresentam material original a partir de aplicações de técnicas conhecidas e/ou em desenvolvimento. Deve apresentar métodos aplicados que estejam de acordo com normativas e/ou que apresentem resultados pertinentes. É essencial que sejam de interesse de pesquisadores e profissionais do tema proposto.

<sup>a</sup>Vide <https://asa.scitation.org/jas/authors/manuscript>.

<sup>b</sup>Acesse <https://pt.overleaf.com/read/mmmwhwcsykjh>.



Modelo de artigo para a Revista A&V  
(para abrir basta clicar usando o Acrobat Reader).

Algumas sugestões de áreas para publicação são:

- Acústica geral;
- Acústica não-linear;
- Processamento de sinais;
- Acústica virtual e auralização;
- Imageamento acústico (*beamforming*, intensimetria, holografia);
- Acústica ambiental;
- Acústica arquitetônica: condicionamento;
- Acústica de edificações: isolamento;
- Acústica fisiológica (psicoacústica), subjetiva, fonoaudiologia e saúde;
- Métodos numéricos em acústica, vibrações e áudio;
- Acústica subaquática e geofísica;
- Processamento e síntese de fala;
- Vibrações e vibroacústica;
- Acústica musical e instrumentos musicais;
- Circuitos e dispositivos para acústica, vibrações e áudio;
- Acústica veicular e da mobilidade (automotiva, aeronáutica, ferroviária etc.);
- Aeroacústica;
- Bioacústica;
- Controle de ruído;
- Acústica industrial;
- Áudio e eletroacústica;
- Instrumentação e metrologia;
- História da acústica;
- Legislação e normas;
- Ensino em acústica, vibrações e áudio;
- entre outras.

## 2. Regras e etapas para publicação

De forma resumida, quando o autor submete o artigo, ele deve estar ciente das seguintes regras e procedimentos:

1. As submissões devem ser de conteúdo original, ou seja, não serão aceitos artigos já publicados em outras revistas ou eventos. Caso seja detectado esse tipo de submissão, ela será automaticamente removida.
2. Os autores devem seguir todas as recomendações de escrita e diagramação apresentadas nas regras e *artigo modelo (template)*. Editores, pareceristas e revisores de diagramação atuarão no processo de conferir detalhes de diagramação, texto, figuras, equações etc. Apenas autores que atenderem aos requisitos da revista terão seus artigos encaminhados para a publicação.
3. Todos os artigos deverão ter os seguintes itens em língua inglesa: *title*, *abstract* e *keywords*. Antes da publicação, os autores deverão enviar o artigo para o *revisor de inglês* da Revista A&V, para que ele possa indicar correções e ajustes nesses itens. Todos os artigos deverão ser enviados para essa etapa, independente do conhecimento prévio de língua inglesa dos autores. Ademais, os próprios autores arcarão com os custos da etapa.
4. O processo de *revisão por pares* é uma importante etapa que busca confirmar a validade do conteúdo apresentado, ainda tornando os artigos mais robustos, fáceis de ler e úteis. O processo

- da A&V é *duplo-cego*, ou seja, nem autores e nem revisores têm ciência dos nomes envolvidos. Dependendo da área do artigo, os autores devem ter paciência, pois a comissão editorial sempre busca especialistas voluntários para dedicar seu tempo. Logo, todos estamos sujeitos às disponibilidades. Todos os artigos serão verificados por pelo menos dois pareceristas.
5. Quando os autores retornarem um novo artigo corrigido, deve ser também elaborada uma carta resposta aos pareceristas, aclarando ajustes e, eventualmente, tecendo réplicas ou pedindo demais esclarecimentos acerca dos apontamentos.
  6. Os dados completos dos autores devem ser enviados na etapa final de publicação, incluindo nome completo, filiação, contato e identificador [ORCID](#) (em formulário online indicado).
  7. Pesquisas que envolvam pessoas (ou seres vivos, em geral), como em Acústica Subjetiva ou Fisiológica, por exemplo, deverão aclarar no artigo o termo de aprovação do Comitê de Ética. Ademais, na oportunidade da submissão, o PDF do instrumento (ou procedimento) de avaliação deve ser submetido junto à cópia digital do documento de aprovação do Comitê de Ética.
  8. Figuras (fotos com pelo menos 300 dpi), diagramas e dados em geral devem ser originais ou ter anuência dos autores originais. Nesse caso, devem ser citados os autores originais ou a fonte original.
  9. Busque utilizar linguagem técnica e com clareza.
  10. Em caso de trabalhos com fomento, utilize a seção de agradecimentos para elucidar detalhes.
  11. Siga as regras para citações, incluindo o máximo de detalhes disponíveis.
  12. Etapas de forma simplificada:
    - (a) Submissão de artigo (documentos adicionais, se necessário) e preenchimento de formulário;
    - (b) Confirmação de recebimento por parte da revista;
    - (c) Avaliação inicial prévia para verificar se o artigo está de acordo com as normas exigidas. Pedido de ajustes iniciais por parte dos editores ou recusa do artigo;
    - (d) Artigo com ajustes iniciais recebido. A partir dessa etapa o artigo não poderá ser enviado para outra revista ou congresso, sujeito à pena de remoção da Revista A&V e/ou notificação do outro evento/revista (eventualmente caracterizado como autoplágio);
    - (e) Consulta de pareceristas especialistas no tema e envio mediante disponibilidade;
    - (f) Parecer de especialistas é enviado para os autores (*aceitação*, *aceitação mediante revisão* ou *rejeição*);
    - (g) Autores preparam nova versão do artigo e carta resposta para os pareceristas;
    - (h) A nova submissão corrigida é enviada para os pareceristas, se for o caso;
    - (i) As etapas (f), (g) e (h) podem se repetir até que o artigo seja completamente aprovado ou rejeitado;
    - (j) Os editores e/ou revisores de diagramação verificarão detalhes de estética, diagramação, figuras, equações etc. Eventualmente ajustes serão solicitados;
    - (k) Artigo ajustado é recebido (dos autores) e, com isso, a data de aprovação é criada, se tudo estiver de acordo;
    - (l) Preenchimento (pelo autor principal) do formulário final com todos os dados dos autores e do artigo; e

- (m) O artigo estará escalado para a publicação no número seguinte da Revista A&V (sujeito à sazonalidade).
13. Situações não previstas nestas regras estarão sob avaliação da comissão editorial da Revista Acústica & Vibrações.
14. O conteúdo do artigo é de inteira responsabilidade dos autores, eximindo a Revista A&V e sua comissão editorial acerca do respectivo material consignado.

### 3. Submissão e avaliação

É responsabilidade dos autores a preparação e envio dos artigos em seu formato final. Por esse motivo, pede-se que verifiquem com atenção a formatação de seus artigos, especialmente gráficos e fotos, quanto à legibilidade e à qualidade digital (e para impressão).

Os artigos deverão ser enviados (submetidos) nos formatos descritos<sup>1</sup> a seguir:

1. Para usuários do **Word**:

- (a) .docx e .pdf com identificações; e
- (b) .docx e .pdf **sem identificações de autores e filiações**.

2. Para usuários do **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X**:

- (a) .zip (contendo todo o projeto) e .pdf com identificações; e
- (b) .pdf **sem identificações de autores e filiações**.

O envio dos documentos sem a identificação é para que o processo de avaliação seja duplo-cego, ou seja, avaliadores desconhecem os nomes dos autores e autores desconhecem os nomes dos avaliadores. Desse modo, busca-se uma avaliação/revisão justa e técnica. Caso seja necessário, oculte nomes e filiações (troque por “*Conteúdo omitido*” ou “AAA”, por exemplo) que estejam porventura no texto. Figuras que caracterizem identificação devem ter esses dados borrados ou removidos. Todo artigo será avaliado por pelo menos dois profissionais, que emitirão o parecer de *aceitação*, *aceitação mediante revisão* ou *rejeição*.

### 4. Outras seções da A&V

As demais seções da revista como chamadas, informes, novidades e *news & reviews* fazem parte de outro fluxo de gestão. Outrossim, propostas de conteúdos podem ser encaminhadas e serão apreciadas pela comissão editorial.

### Referências

1. FONSECA, William D'Andrea. Instruções e modelo de artigo para a Revista Acústica e Vibrações (2018-2020). *Acústica & Vibrações*, v. 34, n. 50, p. 107-117, 2018. ISSN 2764-3611, 1983-442X.
2. Sociedade Brasileira de Acústica (Sobrac) website: Publique. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <http://acustica.org.br/publique/>.
3. Instruções e modelo de artigo para a Revista Acústica e Vibrações (2018-2020) online no Overleaf. Acessado dez. 2019. Disponível em: <https://pt.overleaf.com/read/mnmwhwscykjh>.

<sup>1</sup>Verifique se não há identificação nos metadados dos arquivos *sem identificação*.

William D’Andrea  
Fonseca 

Universidade Federal de  
Santa Maria  
Av. Roraima n° 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria, RS, Brasil

{will.fonseca}  
@eac.ufsm.br

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

[www.latex-project.org](http://www.latex-project.org)



[www.overleaf.com](http://www.overleaf.com)



Como citar esse artigo:

FONSECA, William D’A. Introdução ao LaTeX e como iniciar um novo projeto no Overleaf. In: Seção Chamadas. *Acústica e Vibrações*, v. 35, n. 52, p. 133–140, 2020. ISSN 2764-3611, 1983-442X. doi: .

Ou baixe o arquivo .

## Introdução ao L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X e como iniciar um novo projeto no Overleaf

*Trabalho com acabamento profissional (diretamente em PDF)*

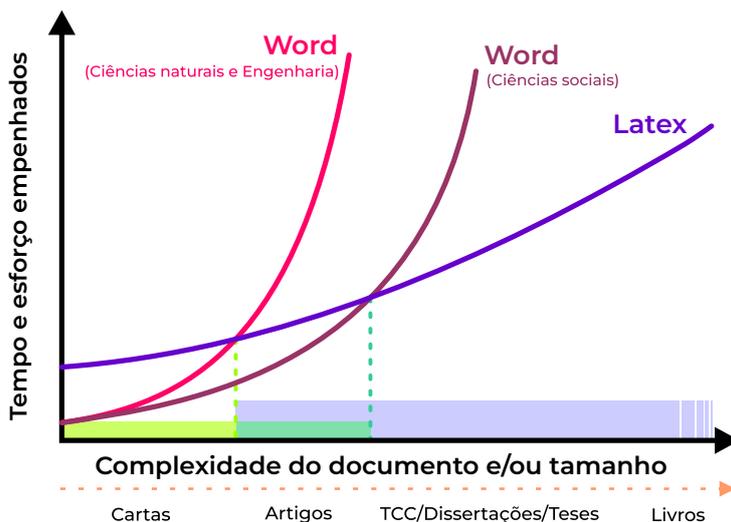
**Resumo:** Este artigo apresenta informações básicas do que é o LaTeX, bem como informações de funcionamento e o seu propósito. Motivações para usar e como começar um texto (ou trabalho) nesse sistema são também aclaradas. A plataforma online de edição Overleaf é utilizada, trazendo informações de como iniciar um novo projeto e de como usar os arquivos modelo da Revista Acústica e Vibrações.

### Introduction to LaTeX and how to start a new project in Overleaf

*Abstract:* This article introduces readers to the LaTeX system. It presents basic information about what LaTeX is, as well as how it works and its purpose. Motivations for its use and how to create a text (or document) in this system are also clarified. The online editing platform Overleaf is used, providing information on how to start a new project and how to use the template files from the journal, “Acoustics and Vibrations”.

#### 1. Introdução

Caros autores, nesta seção será apresentado brevemente o sistema de edição de documentos L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. A pronúncia em língua inglesa seria “lah-tech” ou “lay-tech”, no Brasil é comum a pronúncia *como se lê*, isto é, apenas *latex* (o que a caba sendo confundido com látex, derivado da seringueira). A etimologia completa pode ser consultada nos livros dos matemáticos Donald Knuth<sup>a</sup> [1] e Leslie Lamport<sup>b</sup> [2], criadores dos fundamentos do LaTeX. A Figura 1 inicia provocando o leitor, trazendo uma ideia do esforço envolvido vs. complexidade do documento.



**Figura 1:** Estimativas do empenho vs. complexidade do documento almejado (Ms Word vs. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, adaptado de [3–5]).

<sup>a</sup>Atualmente é professor emérito (aposentado) da [Universidade de Stanford](http://www.stanford.edu). Iniciou a ideia em 1977 e publicou a primeira versão (do TeX) em 1982.

<sup>b</sup>Publicou em 1985 o conjunto de comandos que conhecemos hoje como LaTeX (curiosamente, hoje em dia ele trabalha na [Microsoft](http://www.microsoft.com)). Neste [link](#) vocês podem conhecer mais datas históricas e detalhes da evolução.

# LATEX



Figura 2:  $\text{\LaTeX}$  e sua bonita diagramação (adaptado de “Something of that ilk”).

Na comparação mostrada — Ms Word e  $\text{\LaTeX}$  (em cor púrpura) —, pode-se ainda pensar em dois grupos, Ciências naturais (em cor fúcsia) e Ciências sociais (em cor vinho), supondo que nas sociais não há um intrincamento (de mesma proporção) no texto no que tange aos elementos como equações, gráficos, tabelas e figuras.

De forma bastante rudimentar, podemos dizer que  $\text{\LaTeX}$  (a evolução do  $\text{\TeX}$ ) é uma linguagem de programação simplificada para diagramação de documentos científicos [6–9]. Ela é amplamente empregada nas comunidades de ciências naturais (como matemática e física) e nas diversas engenharias, embora muitas outras áreas também a utilizam. Isso acontece porque ela é uma ferramenta muito poderosa para a escrita de documentos complexos (com muitas equações e gráficos de alta resolução, por exemplo). — **Mas calma, não desista ainda, leia esse artigo até o fim e verá que é mais fácil quando se recebe um *documento modelo (template)* pronto da revista (no nosso caso).**

Pode-se observar no gráfico que para *textos técnicos*, a partir de Artigos (final da área em verde claro, no eixo de complexidade), já vale a pena usar o  $\text{\LaTeX}$ , visto que a curva de empenho para utilização do Word está acima. Todavia, para *textos menos técnicos*, eventualmente a partir de TCC /Dissertação/Tese (final da área em verde mais escuro) é que o  $\text{\LaTeX}$  pode se tornar mais vantajoso. Por isso, o eixo do gráfico lida com o termo *complexidade*, e isso é apenas uma estimativa. Ao final, queremos dizer que existe uma melhor opção para um propósito determinado. Isto é, o Word (ou equivalente do LibreOffice) é ainda um *software* ótimo, mas com o aumento da complexidade, o seu uso pode se tornar uma opção ainda mais difícil que o  $\text{\LaTeX}$ .

Algumas discussões comparativas apontam que na escrita de texto contínuo (sem outros elementos), o desempenho<sup>2</sup> entre  $\text{\LaTeX}$  e Word é similar, dependendo mais do digitador do que da habilidade com o *software* em si. No entanto, sabe-se que tabelas no Word são mais fáceis de construir<sup>3</sup>, mas no  $\text{\LaTeX}$  equações<sup>4</sup> são mais simples de serem formatadas. O que nos leva a pensar que tudo depende da complexidade do documento ou tamanho que ele pode assumir (ou ainda a quantidade de personalizações que se deseja fazer).

— **Então por que a diagramação de texto em  $\text{\LaTeX}$  parece mais bonita?** [veja a charge na Figura 2] Bem, no que concerne ao texto, isso acontece pela forma na qual o  $\text{\LaTeX}$  trata o texto, em um *modo elástico* (controlável pelo usuário), também chamado de *kerning*, que é o espaçamento flexível entre caracteres das palavras. No que diz respeito aos elementos como equações, figuras, tabelas, quadros e códigos, há uma grande facilidade de os dispor ao longo do texto, sendo possível diversos tipos de configurações.

Na era da computação de “antigamente” (tempo do MS-DOS, ou antes), só havia editores estilo *Bloco de Notas* (ou *Notepad*). A comunidade começou, então, desenvolvimentos para tornar possível escrever textos formatados, tornando digitação em *tipografia organizada*. Assim, começaram a existir vários tipos de *software*, sendo classificados como:

<sup>2</sup>Considerando velocidade e quantidade de erros.

<sup>3</sup>Não há necessidade de pânico, existem ferramentas *online* que ajudam na conversão de tabelas (e quadros) de Word e Excel em belas tabelas para o  $\text{\LaTeX}$ .

<sup>4</sup>Também existem *plugins* para Word, PowerPoint, CorelDraw e Google Docs que permitem a escrita de equações de  $\text{\LaTeX}$  dentro desses *software*.

- aqueles em que você *escreve direto na página em branco*<sup>5</sup>, como o [Microsoft Word](#) e
- aqueles com a diagramação via códigos, como o [LaTeX](#), que precisam da compilação para obter o arquivo final.

— **Ok, #help?** De modo simplista, quando editamos no LaTeX, estamos editando diretamente o que está *embaixo do papel sendo escrito*. Nessa analogia o Word seria o intermediário, escrevendo essa parte de comandos para nós (*por baixo do papel*), considerando que o produto final dos dois é um arquivo PDF<sup>6</sup>. O diagrama da Figura 3 demonstra os fluxos de informação para esses casos. Grandes editoras editam seus livros técnicos também em LaTeX, assim como revistas (*journals*) de renome como [Journal of Sound & Vibration](#) e [Applied Acoustics](#).

## 2. Escrevendo um documento em LaTeX

A partir de uma ideia, ou de um texto puro (isto é, sem formatação, conhecido também como *plain text*), começamos nosso documento. Se no sistema LaTeX, continuaremos trabalhando no texto simples/puro, se no Word, já teremos o texto formatado na página em que escrevemos, veja a Figura 4. Quando fazendo um documento em LaTeX, geralmente usa-se uma configuração lado a lado, com código e PDF, como mostrado na Figura 11 (c).

Escrevendo LaTeX *offline* será necessário instalar<sup>7</sup> um editor (como o [TexnicCenter](#)), o conjunto de ferramentas que compila o documento em PDF (como o [MiKTeX](#)) e um visualizador de PDF (como [Sumatra PDF](#)). E o melhor de tudo, todas essas ferramentas são livres, ou seja, sem custo. Para escrever LaTeX *online*, temos o [Overleaf](#), que integra todas essas ferramentas em um só lugar, sem que seja preciso se preocupar com instalações — claro, desde que se tenha acesso a internet. **O Overleaf<sup>8</sup> também é livre e sem custo.**

Assim como Word (Writer e Google Docs), no Overleaf (ou no TexnicCenter) existe a ferramenta de correção ortográfica que vai *corrigindo* o documento conforme a escrita é realizada, reparem os grifados em vermelho da Figura 11 (c) — essa passagem está em inglês e o dicionário configurado estava em “Português (Brasil)”.

— **Ok, mas pode me ajudar a enumerar as vantagens?** — Claro, vejamos algumas delas:

1. LaTeX é totalmente gratuito (*free*) e com comunidade de desenvolvimento ativa.
2. Mantenha o foco no texto e não na formatação. Depois da diagramação determinada escreva sempre em texto simples (inclusive as equações).
3. As referências cruzadas, sumário, listas e referências bibliográficas são sempre atualizados automaticamente — economiza-se muito tempo.
4. Faça seu modelo de diagramação com personalizações ilimitadas.
5. Inclua figuras<sup>9</sup> vetoriais de alta definição .
6. Facilidade em utilizar uma quantidade enorme de elementos como equações, gráficos, tabelas e figuras (sem que o programa trave).

<sup>5</sup>Encontrado também como [WYSIWYG](#) para *What You See Is What You Get*, em tradução livre “o que você vê é o que você obtém”. Há iniciativas também para editores WYSIWYG para LaTeX, tentando juntar o *melhor dos dois mundos*. Para *offline*, podemos citar o [LyX](https://www.lyx.org) (<https://www.lyx.org>), que se intitula [WYSIWYM](#) (*What You See Is What You Mean*), para *online* o próprio [Overleaf](#) tem o modo *Rich text* que está no mesmo caminho do LyX.

<sup>6</sup>*Portable Document Format*, formato de arquivo desenvolvido pela [Adobe](#) em 1993.

<sup>7</sup>Neste exemplo estamos indicando ferramentas para o sistema operacional Windows. No entanto, existem os equivalentes tanto para [Linux](#) quanto [Mac OS](#).

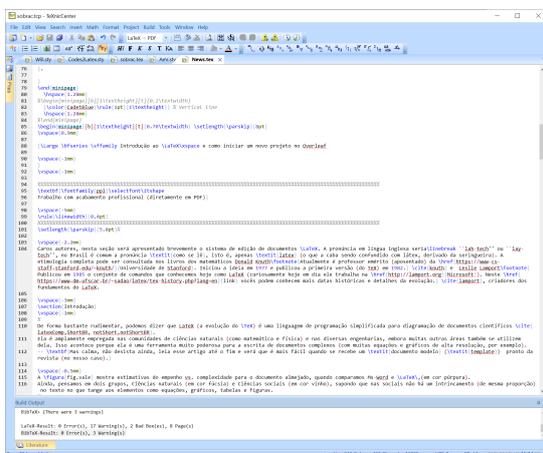
<sup>8</sup>Existe a versão do Overleaf paga, em que algumas capacidades são expandidas. Todavia, a versão básica já possui tudo que é necessário para fazer um documento complexo, como um artigo ou uma dissertação de mestrado, por exemplo.

<sup>9</sup>*Software freeware* que podem ser interessantes para manipulação de imagens são o [Inkscape](#) e o [Gimp](#) (eles são análogos aos conhecidos CorelDraw e Adobe Photoshop, respectivamente). Um pacote de códigos interessante para exportar boas figuras do [Matlab](#) é o [export\\_fig](#).

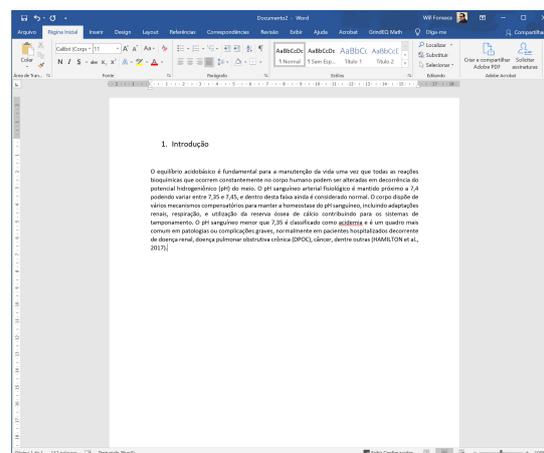
7. Inclua áudios, códigos computacionais e outros tipos de anexos no PDF.
8. Trabalhe de forma cooperativa com outros autores sem ter problemas de versão e/ou referências cruzadas quebradas (ou erradas).
9. Compatibilidade automática entre plataformas: *online*, Windows, Linux, Mac OS, entre outros.
10. Os arquivos .tex são leves e reproduzem o mesmo resultado independentemente do compilador.
11. Use seu banco de dados de referências bibliográficas, mudando de estilo muito facilmente.
12. Faça equações complexas de forma simples [10].



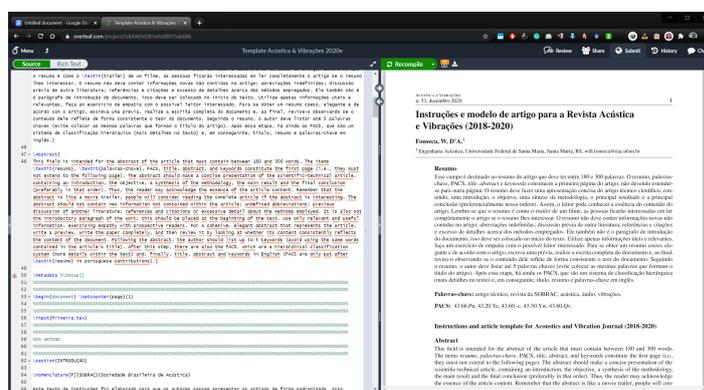
Figura 3: Sistemas online/offline para LaTeX e WYSIWYG em comparação (fluxo de trabalho).



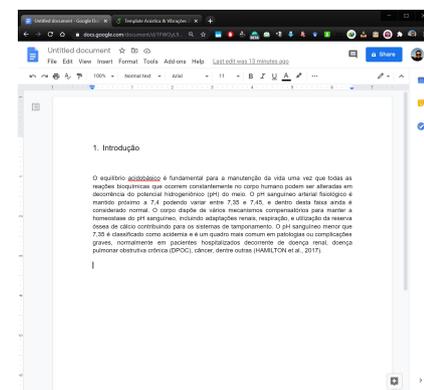
(a) TexnicCenter (LaTeX)



(b) Ms Word (WYSIWYG)



(c) Overleaf (LaTeX)



(d) Google Docs (WYSIWYG)

Figura 4: Interfaces das opções mostradas na Figura 3.

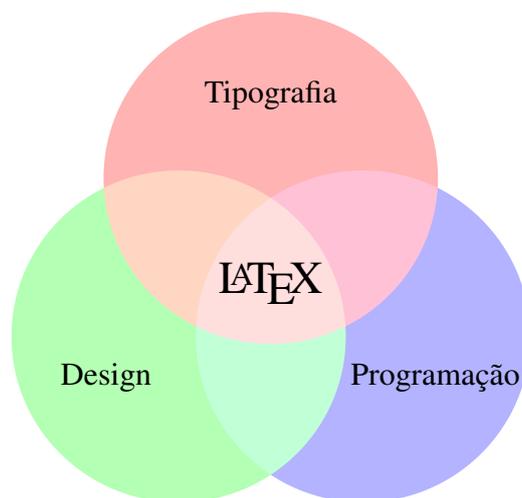
### — Parece legal, mas eu tenho que aprender a programar muito?

Bem, isso depende do seu objetivo. Para fazer artigos para Revista Acústica & Vibrações é fácil (!), pois oferecemos um modelo de artigo (*template*) prontinho. Tudo que você precisa fazer é usar o próprio código fonte do modelo como base e ir fazendo `Ctrl+C` e `Ctrl+V` (copia e cola) nos comandos desejados. Para criar uma seção, use o comando `\section{Introdução}`, por exemplo.

A Revista A&V é também finalizada no LaTeX, com isso, esse é o formato preferível para a construção dos artigos. Assim, para facilitar, o modelo de artigo fica disponível tanto no site da [Sobrac](#), quanto no [Overleaf](#). **Vale a pena tentar!** A comissão editorial está sempre apoiando os autores.

Usando pesquisas no [Google](#) ou nas ativas comunidades [TeX StackExchange](#), [L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Community](#) e [L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X BR](#) é possível obter uma infinidade de soluções para suas necessidades. Ainda, na internet há muitos manuais e tutoriais, do iniciante ao avançado [7], inclusive no [YouTube](#) [11].

Claro, existe uma curva de aprendizado, a evolução no tema depende do empenho, assim como quando aprendemos uma habilidade nova. Todavia, com o *template* na mão é bem mais tranquilo de começar e continuar. Veja na Figura 5 as funcionalidades relacionadas ao LaTeX.



**Figura 5:** Diagrama relacionando as funcionalidades do LaTeX (adaptado de Kottwitz [12]).

### 3. Trabalhando no Overleaf — Ok, vamos começar?

Para começar a trabalhar no Overleaf, basta seguir as etapas seguintes:

1. Primeiramente crie uma conta pessoal em <https://www.overleaf.com>, Figura 6. Nessa conta você pode incluir tantos projetos quanto quiser.



**Figura 6:** Abra um conta no Overleaf.

- Após o registro, entre no artigo modelo em <https://pt.overleaf.com/read/mmmwhwcsykjh>. Você não pode trabalhar diretamente nele, com isso, baixe uma cópia do projeto completo. Vá em “Menu” e clique em “Fonte”, com isso, você receberá um arquivo .zip com todo o projeto (vide a Figura 7). Agora volte em <https://pt.overleaf.com/>, clique em “Novo Projeto” e “Carregar Projeto”, agora basta enviar o .zip previamente baixado. Pronto (!), você já está apto a escrever seu próprio artigo da Revista A&V.

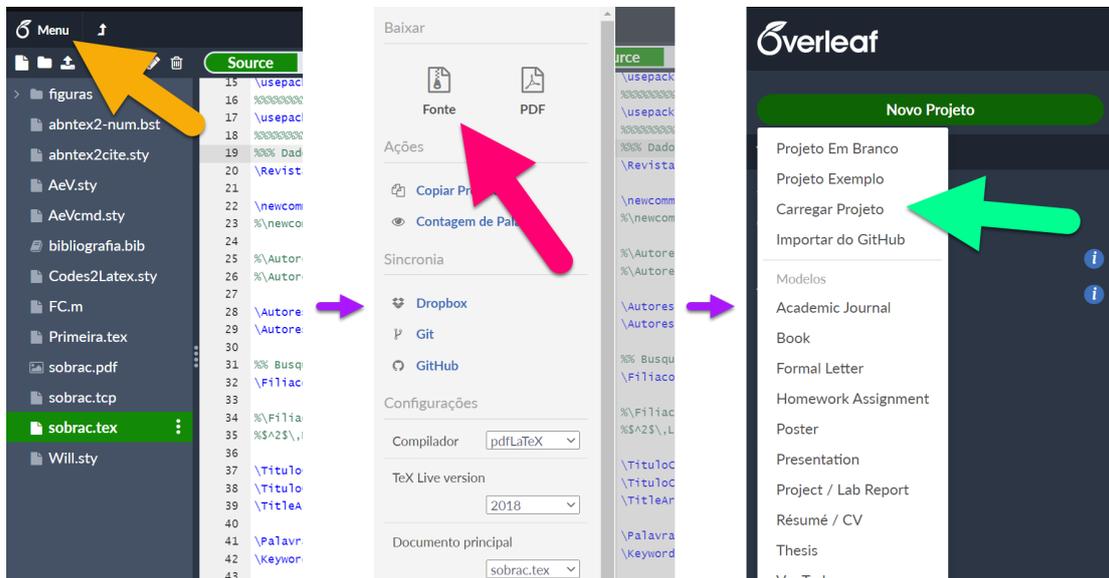


Figura 7: Baixando e subindo um projeto no Overleaf.

- No seu documento, você vai perceber diferentes áreas (da esquerda para a direita): arquivos do projeto (flecha em rosa); programação em LaTeX (flecha em roxo/azul); coluna de comentários (flecha em verde) e PDF produzido (flecha em amarelo ouro), veja a Figura 8.

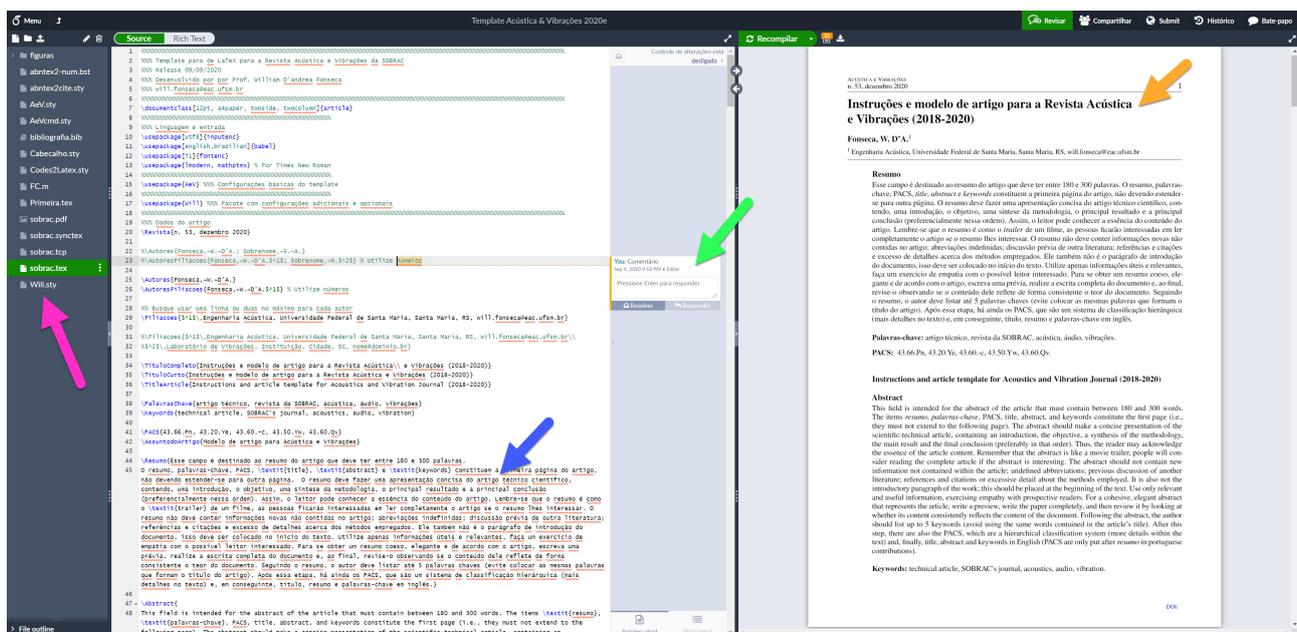


Figura 8: Tela tradicional de um projeto no Overleaf.

4. Nosso arquivo principal é o `sobrac.tex`, ali você pode começar a editar o seu artigo. As figuras, você pode fazer *upload* para a subpasta “figuras”, mantendo o projeto organizado. Cuidado, pois o Overleaf diferencia maiúsculas e minúsculas, isto é, um nome de arquivo “Casa.jpg” é diferente de “casa.jpg”.

Outro arquivo importante para um autor é o `bibliografia.bib`, que contém a lista (ou banco de dados) das referências. Sugerimos você usar um gerenciador de bibliografia como [JabRef](#), [Mendeley](#) ou [Zotero](#), para editar o banco de dados *offline* e depois subir o arquivo para o projeto (existe ainda o gerenciador online [CiteDrive](#), que se integra com o Overleaf). Escolha sempre codificação UTF8 para o arquivo `.bib` — com isso ele será compatível com qualquer plataforma *onlineloffline*. A maioria dos sites de revistas (*journals*) permite baixar diretamente o `.bib` dos artigos (procure por exportar ou citar), evitando que você precise fazer tudo manualmente. Outra dica, é que alguns *plug-ins* de navegadores ([BibItNow](#) para o [Chrome](#), por exemplo) oferecem a possibilidade de exportar facilmente diversos tipos de itens para a bibliografia.

Além disso, [Google Acadêmico](#) pode ajudar muito também. Sempre confira os dados importados da internet, eventualmente alguma coisa fora do lugar aparece. Sempre inclua o máximo de informações possível. Não esqueça de chamar o `.bib` correto (pode ser usado mais de um) antes do fim do documento `sobrac.tex` (na seção de Referências).

5. No canto superior direito você encontra ferramentas interessantes para trabalho cooperativo como Revisar (abrindo uma coluna central), Compartilhar (enviando convite para colegas ou tornando o documento público), Histórico (para revisar alterações) e Bate-papo (para interagir com autores que estiverem online). No Overleaf Pro é possível rastrear modificações por autor, a compilação do PDF é mais rápida e as capacidades do Histórico são estendidas.
6. Acima do PDF, temos botões importantes: Recompilar (para gerar um novo PDF a partir do código fonte alterado); o segundo ícone (papelzinho com números), que mostra erros (em vermelho) e *warnings* (em laranja); e o terceiro ícone, para baixar o PDF, sendo mostrado. Acima (na barra em azul escuro), você encontra o nome do projeto, que pode ser ajustado a qualquer momento. Se perceber uma anotação de erro, sempre ajuste, pois ele pode evitar que o PDF seja compilado corretamente, veja a Figura 9.



**Figura 9:** Opções de compilar, verificar erros e baixar o PDF.

7. Em “Menu”, você pode encontrar diversas funcionalidades interessantes como sincronizar o projeto com [GitHub](#) ou [Dropbox](#); selecionar a língua para a revisão ortográfica; verificar atalhos do teclado; buscar ajuda para o Overleaf; entre outros.
8. Com um pouco de curiosidade, a exploração de LaTeX e Overleaf vai indo cada vez mais longe. O próprio site do Overleaf tem vários [artigos de tutoriais](#). Até aqui sabemos o básico e já estamos prontos para começar o artigo.

### 3.1 Editando o *template* da Revista A&V

O *template* da revista foi feito para ser direto e fácil, logo, a maioria das configurações está dentro do arquivo `AeV.sty`, que você pode espiar, mas não há necessidade de alterar. Começamos diretamente no arquivo `sobrac.tex`, alterando dados do número da edição, os autores, as filiações, o título do artigo, o título do artigo para o cabeçalho da página, palavras-chave, resumo, assunto do artigo, *title*, *keywords*, *abstract* e PACS. Com isso preenchido, já podemos ir para o conteúdo do artigo.

Utilize o comando `\brev{}` para omitir detalhes de identificação, já pensando no processo de revisão duplo-cego. Existem dois comandos, quando quiser exibir o conteúdo, use um deles, quando quiser omitir, use o outro (confira no próprio *template*).

O comando `\begin{document}` determina o início da parte de conteúdo do artigo/documento — tudo que está antes dele é chamado de preâmbulo, local em que ficam as especificações e funcionalidades do projeto. Procure por `\section{Introdução}`, a partir desse comando, temos o artigo escrito (ou do *template*, nesse caso). Agora é só apagar o conteúdo de instruções e colocar o conteúdo da sua pesquisa.

Depois da seção de Agradecimentos (perto do final), temos a seção de referências e outras pós-textuais opcionais. O comando `\end{document}` encerra então o documento.

### 4. Considerações finais

Pessoal, com este documento esperamos ter ajudado os usuários de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X e Overleaf, oferecendo informações para que vocês editem seus artigos. O que foi apresentado é breve perante a grande gama de possibilidades. Todavia, agora você já tem a *velocidade inicial* para chegar mais longe.

Para aqueles que querem escrever seus trabalhos de pós-graduação, provavelmente sua universidade ofereça um *template* pronto também. Caso não exista, você pode adaptar o de outra para a sua necessidade.

Agradecemos a atenção e aguardamos seu artigo.

### Referências

1. KNUTH, Donald E. *The TeXbook*. Boston, MA, EUA: Addison-Wesley Professional, 1986. (Computers & Typesetting, Vol. A). ISBN 978-0201134483. Disponível em: <https://ctan.org/pkg/texbook>.
2. LAMPORT, Leslie. *LaTeX: A Document Preparation System*. 2. ed. Boston, MA, EUA: Addison-Wesley Professional, 1994. ISBN 978-0201529838.
3. PINTERIC, Marko. *Using LaTeX on Windows*. Online: <http://www.pinteric.com/miktex.html>. Acessado em jul. de 2020.
4. LODE Publishing. *Comparing Word and LaTeX*. Online: <https://www.lode.de/blog/comparing-word-and-latex/>. Acessado em jul. de 2020.
5. LODE, Clemens. *Better Books with LaTeX the Agile Way*. Düsseldorf, Alemanha: Clemens Lode Verlag, 2019. ISBN 978-3945586495.
6. ROWLEY, Chris. The LaTeX Legacy: 2.09 and All That. In: *Proceedings of the Twentieth Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2001. (PODC '01), p. 17–25. ISBN 15811-33839. doi: [10.1145/383962.383978](https://doi.org/10.1145/383962.383978).
7. POLLI (trad.), Démerson André; OETIKER, Tobias; PARTL, Hubert; HYNA, Irene; SCHLEGL, Elisabeth. *Introdução ao L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2 $\epsilon$* . [S.l.], 2002. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~reverbel/mac212-02/material/lshortBR.pdf>.
8. OETIKER, Tobias; PARTL, Hubert; HYNA, Irene; SCHLEGL, Elisabeth. *The Not So Short Introduction to L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2 $\epsilon$* . [S.l.], 2018. Disponível em: <https://tobi.oetiker.ch/lshort/lshort.pdf>.
9. SIMÕES (trad.), Alberto; OETIKER, Tobias; PARTL, Hubert; HYNA, Irene; SCHLEGL, Elisabeth. *Uma não tão pequena introdução ao L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2 $\epsilon$* . [S.l.], 2007. Disponível em: [http://gradmat.ufabc.edu.br/notas-latex/lshort\\_port.pdf](http://gradmat.ufabc.edu.br/notas-latex/lshort_port.pdf).
10. LAMPORT, Leslie. How (La)TeX changed the face of Mathematics. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, p. 49–51, jan. 2000. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/latex-changed-face-mathematics/>.
11. SANTOS, Reginaldo J. *Curso: Introdução ao LaTeX*. Acessado em jul. de 2020. Online (YouTube): [https://www.youtube.com/watch?v=xQ3yYqLIHcQ&list=PLa\\_2246N48\\_p9ndUHIO255uvKtSR8mshE](https://www.youtube.com/watch?v=xQ3yYqLIHcQ&list=PLa_2246N48_p9ndUHIO255uvKtSR8mshE).
12. KOTTWITZ, Stefan. *LaTeX Cookbook*. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1784395148.

# Associe-se à



# SOBRAC

## Sociedade Brasileira de Acústica

### É fácil

- Acesse o site da Sobrac ([acustica.org.br](http://acustica.org.br)) e, na aba superior, selecione o item "Associe-se", escolhendo em seguida a categoria pretendida (**efetivo**, **estudante** ou **institucional**).
- Preencha o pré-cadastro e submeta-o.
- Sendo os dados aprovados, o sistema lhe comunicará que está à espera do primeiro pagamento, para efetivar a associação à Sobrac.
- O sistema disponibiliza pagamentos através do PagSeguro, via cartão de crédito (podendo ser parcelado) ou boleto bancário.
- Para maiores informações entre em contato.

---

Os associados têm sempre acesso à Revista Acústica & Vibrações e descontos em eventos da sociedade e parceiras!

## Regionais da Sobrac

Você já conhece as Seções Regionais da Sobrac? Elas promovem eventos, discussões, encontros, cursos e compartilhamento de conhecimento. As seções eleitas para biênio 2019/2020 são:

### Região Norte

- Coordenadora: Elcione Maria Lobato de Moraes | 
- Secretário: Antonio Carlos Lobato Soares
- Tesoureiro: Gustavo da Silva Vieira de Melo

### Rio Grande do Sul

- Coordenador: Rafael Ferreira Heissler | 
- 1ª Secretária: Viviane Suzey G. Melo
- 2º Secretário: William D'Andrea Fonseca
- 1ª Tesoureira: Maria Fernanda Oliveira
- 2ª Tesoureira: Maira Janaina Ott



### Região Nordeste

- Coordenadora geral: Bianca Carla Dantas de Araújo | 
- Vice-Coordenador Geral: Italo César Montalvão Guedes
- 1º Secretário: Otávio Joaquim da Silva Junior
- 2ª Secretária: Maria Lucia Gondim da Rosa Oiticica
- 1º Tesoureiro: Sérgio Fernando Saraiva da Silva
- Coordenador de Atividades Técnicas: Gleidson Martins Pinheiro
- Coordenador de Comunicação e Marketing: Frederico de Vasconcelos Brennand

### Centro Oeste

- Coordenadora: Maria Alzira de Araújo Nunes | 
- Secretária: Ludmila de Araújo Correia
- Tesoureira: Fabiana Curado

### São Paulo

- Coordenadora: Ranny Loureiro Xavier Nascimento Michalski | 
- Secretária: Maria Luiza Belderrain
- Tesoureiro: Gilberto Fuchs de Jesus

William D'Andrea  
Fonseca 

Universidade Federal de  
Santa Maria  
Av. Roraima nº 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria - RS

{will.fonseca}  
@eac.ufsm.br



Clique nos ícones para abrir ou baixar os arquivos anexados neste PDF, use o Acrobat Reader ou Foxit Reader. É possível acessar o material de áudio também no YouTube, Soundcloud e/ou Spotify.

## Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído — INAD Brasil 2020

*INAD Brasil 2020 tem cooperação de estudantes e profissionais na elaboração do material da campanha*

**Resumo:** O INAD Brasil é o ramo brasileiro de uma campanha global de conscientização sobre o ruído e seus efeitos na saúde. Inicialmente, o INAD é brevemente apresentado, e, em consequente, os desenvolvimentos dos materiais da campanha de 2020 (todos virtuais) são pormenorizados. O texto contém também um relato sobre o processo de criação do spot sonoro da campanha, bem como finaliza já com comentários sobre o início da organização do INAD 2021.

### International Noise Awareness Day — INAD Brazil 2020

*Abstract: INAD Brasil is the Brazilian branch of a global awareness campaign about noise and its health effects. This article begins with a brief presentation of INAD and then details the development of the 2020 campaign materials (all virtual). The text also relates an account of the process of creating the sound spot for the campaign, and finalizes with comments on the beginning of the organization of INAD 2021.*

### 1. Introdução

Neste pequeno artigo inicialmente apresentamos a campanha para que os leitores conheçam ela neste momento, e, a seguir, apresentamos também parte do desenvolvimento de atividades deste ano de 2020.

A poluição sonora é considerada um problema de Saúde Pública mundial, dada a sua repercussão na saúde e no meio ambiente. Por conta disso, há 25 anos o *Center for Hearing and Communication* [1] promove mundialmente um evento de conscientização, que são 60 segundos de silêncio para destacar o impacto do ruído na vida cotidiana, proporcionando aos participantes uma pausa e uma oportunidade de conscientização sobre um problema que atinge a todos. Ele é chamado de *International Noise Awareness Day* (ou apenas INAD) ou Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído, que ocorre em uma data móvel, sempre a última quarta-feira do mês de abril.

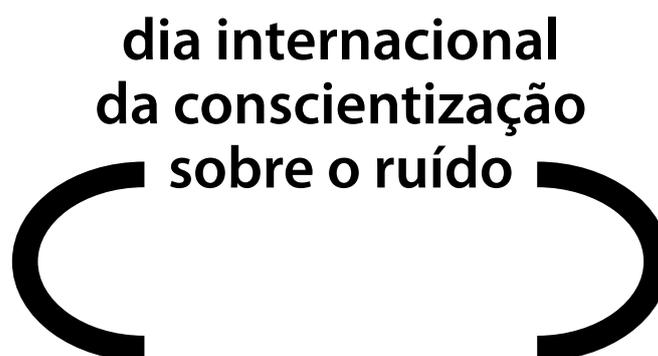


Figura 10: Logo do INAD Brasil (<http://www.inadbrasil.com>).

Mundialmente, a campanha é muito difundida na Alemanha, Espanha, Chile, Holanda, Suíça, Itália, dentre outros países. No Brasil [2], o INAD acontece desde 2008 com os apoios nacionais da Academia Brasileira de Audiologia (ABA) [3], da Sociedade Brasileira de Acústica (Sobrac) [4] e do Curso de Engenharia Acústica (EAC) [5] da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e, regionalmente, com diversas entidades locais ao longo do país. A campanha brasileira incorporou outras atividades, respeitando a diversidade do território nacional e criatividade dos parceiros locais, como por exemplo, reuniões com autoridades governamentais e ambientais, distribuição de protetores auditivos, estratégias educativas e avaliação do ruído e da audição. Tem sido crescente a participação de colaboradores autônomos e institucionais, simpatizantes e organizações de representatividade de classes.

A campanha de 2020 sofreu grande impacto devido à **pandemia** do Coronavírus. Com isso, todas as atividades presenciais foram canceladas e/ou transformadas em ações virtuais. Muitos profissionais e estudantes compartilharam material no  Instagram,  Facebook e  YouTube.

O lema e a arte de 2020 foram desenvolvidos pela comissão de Santa Maria, RS, entre o final de 2019 e o começo de 2020, culminando no seguinte lema: “*Trabalho com ruído, saúde em perigo*”. O logo do INAD Brasil e a arte da campanha de 2020 podem ser conferidos na primeira página deste artigo.

## 2. Criação do material sonoro da campanha 2020

Para a campanha de 2020 houve um esforço interestadual entre professores, egressos e alunos da Engenharia Acústica da UFSM. O desafio era criar um spot musical com cada um participando de suas casas. Inicialmente, os engenheiros Rodrigo Dal Fiume (veja Figura 11 (a)) e Bruno Benatti (b) foram convidados para a produção. Ao longo do processo, os alunos Davi Carvalho (c), Guilherme Cestari (d) e Luiz Alvim (e) integraram-se ao time.

Inicialmente, o texto foi desenvolvido a partir do lema de 2020 pelos professores Isabel Kuniyoshi (f) e Will Fonseca (g), e, ao final, Rodrigo fez os ajustes necessários junto com a locução. O processo de criação está descrito na seção a seguir.

### 2.1 Processo de criação de spot sonoro pelos Engenheiros Acústicos

#### Rodrigo Dal Fiume e Bruno Benatti

O seguinte texto está publicado nos sites do INAD e da EAC.

*Por convite do Professor da Engenharia Acústica e membro da coordenação geral do INAD Brasil, William D’Andrea Fonseca, nós, os engenheiros acústicos Bruno Benatti e Rodrigo Dal Fiume, fomos convidados para a realização de um spot sonoro para a campanha do INAD Brasil 2020. Foi com muito gosto que aceitamos o convite e, de certa forma, o desafio, pois embora gostemos de gravar e tocar, a vida profissional acaba fazendo com que esses hobbies fiquem um pouco de lado. Mas vamos ao processo de criação, desde o convite, a composição do tema, os ajustes feitos na composição, a gravação da parte de cada um, mixagem, até o produto final... ufa!*

*Em um primeiro momento, devido ao gosto pelas guitarras distorcidas e os pedais duplos, sugerimos ao prof. Will temas semelhantes às músicas de alguns guitarristas famosos no ramo do heavy metal, como Joe Satriani, Paul Gilbert e Kiko Loureiro. Uma versão prévia com um tema desses artistas foi montada para análise, e ficou bem legal! Porém, era necessário fazer algo original! De volta*



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

**Figura 11:** Time da produção do spot sonoro.

*à prancheta, avaliamos que a composição de uma música nesse estilo exigiria um tempo maior do que o que tínhamos disponível. Outra questão é que, a finalidade principal era o texto da locução, a mensagem da campanha, e as informações! A música não estava em primeiro plano nessa ocasião.*

*Com esse raciocínio em mente, acabamos por elaborar um tema que julgamos um pouco mais harmônico para os ouvidos das pessoas em geral, e também um pouco mais neutro, afinal, não queríamos roubar a cena da campanha. O Bruno foi o responsável pela criação da melodia na guitarra e no baixo, e ambos foram gravados por ele mesmo! Um fato curioso sobre o processo de gravação é que, se a gravação for feita com metrônomo, não importa muito a ordem de gravação dos instrumentos, mas, geralmente, é mais fácil gravar a bateria primeiro e depois os instrumentos responsáveis pela melodia. Nesse caso, foi ao contrário: Bruno gravou o baixo e a guitarra, e mandou para Rodrigo que montou a bateria da música por cima da melodia enviada pelo Bruno. A voz que você escuta na locução também é do Rodrigo, que, embora sem grande experiência em locuções, tentou fazer o seu melhor.*

*Bom, vamos falar um pouco de acústica, também. Assim como o INAD 2020, nós, Bruno e Rodrigo, também apoiamos a luta contra o Coronavírus, e gravamos os instrumentos cada um em sua casa. Para gravar a bateria, o baixo e a guitarra, não há grandes empecilhos, pois a bateria é montada digitalmente no computador e o baixo e a guitarra são gravados diretamente conectados em uma interface de áudio. Sobrou a voz nessa conta. Quanto à voz, não há o que fazer. É preciso gravar falando em frente a um microfone. Em um primeiro momento, para testes iniciais, o microfone foi montado no pedestal e algumas gravações foram feitas. Porém, houve um excesso de reverberação na gravação. Isso poderia prejudicar o resultado final, bem como dificultar a mixagem. A solução foi fazer uma cabine vocal improvisada com alguns materiais comuns, caseiros mesmo (claro, sem caixa de ovo!), na tentativa de diminuir a reverberação — em último caso, a reverberação poderia ser ajustada artificialmente no computador.*

*A harmonia da base de acordes foi pensada em uma progressão simples na escala de Mi Maior. Os acordes foram executados em power chords (nota raiz e quinta) e palm mute, de modo a manter constante a amplitude das notas, recurso muito utilizado em vinhetas e temas de propagandas comerciais.*

*Bem, após a gravação de todos os instrumentos e uma pré-mixagem, por assim dizer, realizada pelo Rodrigo, as faixas de áudio foram enviadas para o, até o momento, quase engenheiro acústico Davi Carvalho, que possui alguma experiência em mixagem, para que ele pudesse dar mais um ajuste fino no material. Surgiu, então, a ideia, junto com uma necessidade de acrescentar um teclado à música, algo que conseguisse cobrir um pouco mais o espectro das médias e altas frequências. O teclado foi composto inicialmente pelo Davi, sendo que na sequência sofreu algumas adaptações feitas pelo Rodrigo (nascendo então o Lado A e Lado B do spot). Na etapa semifinal, a masterização foi realizada por Davi e Will.*

*Após isso tudo, o áudio final vai para análise dos compositores e do professor Will. Uma vez que todos estavam de acordo com o resultado, o spot musical estava pronto para ser lançado!*

## 2.2 Criação da versão eletrônica e finalização



Figura 12: Capa do EP com as quatro trilhas.

Após a criação do Lado A, Lado B e da trilha base instrumental (Lado C), Guilherme foi convidado para fazer uma trilha alternativa baseada em samples e sintetizadores eletrônicos, mas ainda usando a mesma gravação de voz. Nasce então o Lado E-letrônico, que foi mixada pelo Luiz e masterizada *a quatro mãos* pelo Luiz e pelo Will.

Com quatro trilhas, sendo *Lado A* a principal, nasce o EP do INAD Brasil 2020, que foi lançado no **SOUNDCLOUD**, **YouTube** e **Spotify** simultaneamente (cliqueando nos ícones você é redirecionado para os sites).

## 3. INAD, Ano Internacional do Som e planejamento para 2021

O INAD faz parte das atividades do **Ano Internacional do Som** (ou *International Year of Sound – IYS*, estendido para 2021) [6], sendo assim, você encontrará a logomarca do IYS nos materiais (mais informações sobre o IYS você pode consultar também na página 147 desta edição da revista).

Tradicionalmente, com apoio da ABA, o INAD Brasil participa do **Encontro Internacional de Audiologia (EIA)** [7], que em 2020 foi em São Paulo (SP) — o evento foi postergado para 23 a 25 de novembro.

É interessante aclarar que o INAD é um trabalho voluntário, sem fins lucrativos, que busca esclarecer e conscientizar a população. Com isso, o INAD Brasil está sempre aberto para receber apoio de empresas e/ou outras instituições. **Cooperando somos mais fortes.** Neste ano de 2020 recebemos apoio da Brüel & Kjør, Wave Consultoria, ABA, Sobrac, GPAV, Dangerous Decibels Brasil, Eng. Acústica (UFMS) e Decibéis do Bem.

Já em julho de 2020, a organização do INAD 2021 começou, contactando universidades e instituições parceiras. Entre em contato caso queira cooperar, já temos os seguintes colaboradores regionais:

- Prof.<sup>a</sup> Elcione Maria Lobato de Moraes, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA;
- Prof.<sup>a</sup> Ranny Michalski, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP;
- Prof.<sup>a</sup> Ana Carolina Ghirardi, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC;
- Prof. Bruno Sanches Masiero, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP;
- Prof. Márcio Henrique Avelar, Univ. Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR;
- Profs. Valdete Alves Valentins dos Santos Filha (Fono) e William D’Andrea Fonseca (Eng. Acústica), Universidade Federal de Santa Maria (UFMS), Santa Maria, RS; e
- Prof.<sup>a</sup> Isabel Cristiane Kuniyoshi, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, RO.

## Referências

1. International Noise Awareness Day (INAD) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://chcheating.org/noise/day/>.
2. Dia Internacional de Conscientização Sobre o Ruído (INAD Brasil) website. Disponível em: <http://inadbrasil.com/>.
3. Academia Brasileira de Audiologia website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://www.audiologiabrasil.org.br>.
4. Sociedade Brasileira de Acústica (Sobrac) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <http://acustica.org.br/>.
5. Engenharia Acústica (EAC) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <http://www.eac.ufsm.br/>.
6. International Year of Sound (IYS) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://sound2020.org/>.
7. Encontro Internacional de Audiologia (EIA) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://www.audiologiabrasil.org.br/eia/>.

Bruno Masiero 

Universidade Estadual de  
Campinas - Unicamp  
Cidade Universitária  
Zeferino Vaz - Barão  
Geraldo, Campinas - SP

{masiero}  
@unicamp.br

Márcio Avelar 

Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná  
UTFPR  
Av. Sete de Setembro, 3165  
Rebouças, Curitiba - PR

{marciogomes}  
@utfpr.edu.br

William D'Andrea  
Fonseca 

Universidade Federal de  
Santa Maria  
UFSM  
Av. Roraima n° 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria - RS

{will.fonseca}  
@eac.ufsm.br

## International Year of Sound 2020 & 2021

*Ano Internacional do Som prorrogado até 2021*



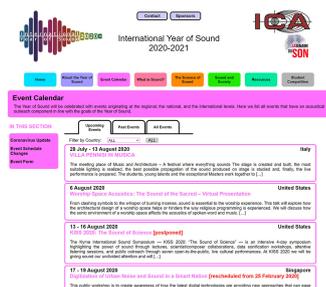
O ano de 2020 começou em festa para a comunidade acústica com a abertura do **“International Year of Sound”** (IYS) [1] no Grande Anfiteatro da Universidade Sorbonne em Paris, França. Aqui no Brasil, a abertura oficial do Ano Internacional do Som aconteceu em 06 de março e foi marcada por um concerto da Orquestra Sinfônica da Unicamp. A orquestra levou o público a uma viagem pelos universos fantásticos de algumas óperas alemãs, como João e Maria, A Flauta Mágica, O Navio Fantasma, entre outras. Mas com as restrições impostas em todo o mundo para reduzir a disseminação da Covid-19, a Comissão Internacional de Acústica (**ICA**) decidiu, no fim de março, que o IYS se tornaria uma celebração do som com duração de 2 anos. Esta extensão permitirá que eventos adiados e novos eventos e atividades programados para 2021 sejam incluídos na lista de eventos do IYS. Além disso, o prazo de apresentação de propostas para competições estudantis com temática sobre som apoiadas pelo IYS foi estendido até o final de 2020.

Nos últimos meses, todos nos familiarizamos com o uso de reuniões e ensino remoto. Também ficou claro que o distanciamento social e as restrições de viagens continuarão por mais muitos meses. Por esta razão, muitas conferências e seminários de Acústica foram convertidos em conferências virtuais. Um exemplo é o **Internoise 2020**, que aconteceu em agosto de forma remota (originalmente seria em Seul, capital da Coreia do Sul). Apesar do desafio do fuso horário, a participação remota proporciona uma vantagem financeira neste momento de crise.

Uma sugestão para colaborar com o IYS é participar da campanha **Wiki4YearOfSound2020**, uma ação coordenada para melhorar os artigos da Wikipedia relacionados ao som. Outra forma de colaborar com o IYS é fazendo sua divulgação nos vários canais de comunicação e nas mídias sociais. O vídeo “Sounds of Our World”, produzido para o IYS com o apoio do I-INCE, está disponível em sua **versão completa** (de 9 minutos) ou em uma **versão reduzida** de 2 minutos. Estes e muitos outros recursos estão disponíveis gratuitamente no site do IYS.



Site do IYS: [sound2020.org](http://sound2020.org)



(Use o zoom para observar detalhes.)

A ideia do IYS é divulgar, o máximo possível, a relevância do som em quase todos os aspectos da sociedade moderna. Ações ao redor do mundo têm sido programadas com esta finalidade e, de uma forma geral, são fortemente inspiradas em “La Semaine du Son” [2] (a semana do som) – que foi importante para tornar o tema pauta da conferência geral das Nações Unidas de 2017. Eventos tais como o [Dia Internacional da Conscientização Sobre o Ruído \(INAD\)](#) [3], já conhecido em nossa comunidade nacional [4], são exemplos do conjunto de ações programadas.

A página do “International Year of Sound” (IYS) [1], em <https://sound2020.org/>, contém várias informações sobre os eventos programados, até o momento, nos mais diversos países. O encontro da [FIA/SOBRAC de 2020](#) [5,6] está inscrito nessa página como atividade e o momento será certamente propício para impulsionar uma divulgação mais ampla junto à sociedade brasileira. Vale lembrar que o FIA/SOBRAC foi postergado para o período de 29 de agosto a 01 de setembro de 2022, mas atividades à distância aconteceram na data original. Nossos representantes perante o comitê organizador do IYS são os Professores Julio Cordioli e Stelamaris Rolla Bertoli. As ações desenvolvidas devem ser informadas a eles, para que o comitê possa receber de forma organizada os eventos desenvolvidos no Brasil.

Conforme mencionado, uma ótima iniciativa já agendada é o concurso estudantil internacional, voltado a estudantes de 5 a 12 anos, em uma categoria, e de 13 a 18, em outra. Consulte a página do IYS e procure por “[Student Competition](#)” [7] para o edital e maiores detalhes. Há prêmios de 300, 200 e 100 euros em livros ou equipamentos para cada categoria.

A conscientização proposta é importante em qualquer lugar e principalmente no Brasil, onde temos muitos desafios a vencer em relação à educação científica. Em especial, o de mostrar à sociedade brasileira que é importante contratar o profissional bem preparado para as demandas relativas à Acústica/Som. Assim, para qualquer ação realizada no contexto do Ano Internacional do Som, é importante deixar claro que esses profissionais, bem como os centros de formação, existem e estão à disposição de todos.

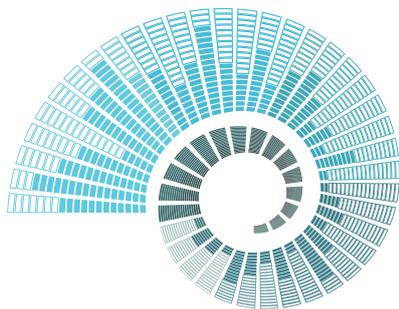
No Brasil temos centros de formação em acústica, vibrações, áudio, fonoaudiologia e áreas relacionadas por todo o território nacional. Há diversos tipos de cursos, a saber:

- Cursos livres;
- Cursos técnicos;
- Graduação;
- Temas relacionados em especializações *lato sensu* (como Segurança do Trabalho); e
- Pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado).

Por exemplo, quando existe uma obra de uma casa, temos que contratar profissionais específicos para cada quesito, isto é, precisamos de um projeto arquitetônico, hidráulico, elétrico, estrutural etc. Assim como precisamos de um projeto acústico. Construir e depois corrigir é uma prática que pode deixar o empreendimento muito mais caro. É interessante ainda elucidar que, no Brasil, a profissão de Engenheiro(a) Acústico(a) é regulamentada pelos conselhos regionais e federal de engenharia, CREA e CONFEA [8] respectivamente.

## Referências

1. International Year of Sound (IYS) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://sound2020.org/>.
2. La Semaine du Son website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://www.lasemaineduson.org/>.
3. International Noise Awareness Day (INAD) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://chcheating.org/noise/day/>.
4. Dia Internacional de Conscientização Sobre o Ruído (INAD Brasil) website. Disponível em: <http://inadbrasil.com/>.
5. 12º Congresso Iberoamericano de Acústica & XXIX Encontro da Sobrac website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://fia2020.com.br/>.
6. Sociedade Brasileira de Acústica (Sobrac) website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <http://acustica.org.br/>.
7. IYS 2020 - Student Competition. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <https://sound2020.org/society/student-competition/>.
8. CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia website. Acessado em dez. 2019. Disponível em: <http://www.confex.org.br/>.



# FIA 2020

XII CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA  
XXIX ENCONTRO DA SOBRAC

23 a 26 de maio de 2021 / Florianópolis-SC

[www.fia2020.com.br](http://www.fia2020.com.br)



Realização



Patrocinador bronze



Apoio



Patrocinador prata

Secretaria executiva

Divulgação

Ano internacional do som

## INFORMAÇÕES DA COMISSÃO

Com o avanço da pandemia do COVID-19 e a incerteza gerada em toda a comunidade de Acústica e Vibrações, a Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) optou em adiar o 12º Congresso Iberoamericano de Acústica, para 23 a 26 de maio de 2021, na mesma cidade, Florianópolis/SC. A programação incluirá palestras de especialistas mundialmente renomados, bem como apresentações de trabalhos e pôsteres. Uma exposição técnica com os últimos avanços em produtos e equipamentos e o XXIX Encontro da SOBRAC ocorrerão em paralelo ao Congresso.

O FIA2020 tem como objetivo promover o intercâmbio de experiências de pesquisadores, professores, estudantes e profissionais dos países ibero-americanos que atuam em questões de Acústica, Vibrações e áreas correlatas. Busca-se criar um ambiente de discussão entre as pessoas envolvidas na produção, difusão e aplicação de técnicas e processos nos campos de abrangência.

## DATAS PARA OS ARTIGOS

- Início da submissão de resumos: Dezembro 2019
- Prazo para submissão de resumo: 30/11/2020
- Comunicação de aceite dos resumos: 31/12/2020
- Envio dos trabalhos finais: 28/02/2021
- Prazo para pagamento da inscrição do autor: 28/02/2021

## DATAS PARA INSCRIÇÃO

<b>Categoria</b>	<b>Até 30/11/2020</b>	<b>Até 28/02/2021</b>	<b>Após 28/02 e no local</b>
Profissional sócio FIA *	R\$ 700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.200,00
Profissional não sócio	R\$ 900,00	R\$ 1.250,00	R\$ 1.500,00
Estudante sócio FIA *	R\$ 300,00	R\$ 400,00	R\$ 500,00
Estudante não sócio	R\$ 400,00	R\$ 500,00	R\$ 600,00
Acompanhante	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Paper adicional	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Jantar de confraternização	R\$ 130,00	R\$ 130,00	R\$ 130,00

## ÁREAS TEMÁTICAS

Acústica ambiental  
Acústica da audição e da fala  
Acústica de salas  
Acústica de edificações  
Acústica musical  
Acústica submarina  
Acústica veicular  
Acústica virtual  
Aeroacústica  
Áudio e eletroacústica  
Bioacústica  
Controle de ruído  
Ensino em acústica  
Equipamentos e medições acústicas  
Legislação e normalização em acústica  
Materiais acústicos  
Métodos numéricos em acústica  
Paisagens sonoras  
Processamento de sinais  
Psicoacústica  
Ruído e vibrações em ambiente laboral  
Ultrassom  
Vibrações e vibroacústica

\*Sócios: membros das sociedades que compõem a FIA

Desconto especial para inscrições em grupo, na categoria estudante. Mais informações no site [www.fia2020.com.br](http://www.fia2020.com.br)



**Sobrac/RS**

# **V SeGAV-e**

**Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações**

**14 de agosto de 2020**

**ONLINE**



# V Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações

14 de agosto de 2020

## SOBRE O EVENTO

O V Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações (V SeGAV-e) é um evento organizado pela Regional RS da Sobrac com o objetivo de promover a integração entre interessados na área de acústica e vibrações.

Pensando na saúde e bem estar de todos, nesse momento de pandemia referente à Covid-19, a quinta edição do evento será online e gratuita.

## APRESENTAÇÕES

Aos que tiverem interesse de apresentar seu trabalho, serão aceitos trabalhos inéditos e não inéditos com a identificação do local e data de publicação no arquivo a ser enviado.

Os autores de trabalhos inéditos podem ainda, optar por enviar o seu trabalho em formato *short paper* (2 a 4 páginas), que será publicado posteriormente ao evento.

## DATAS IMPORTANTES

- Inscrições até dia 12/08/2020
- Submissão dos trabalhos até dia 04/08/2020
- Envio do arquivo das apresentações 13/08/2020

## REDES



Sociedade Brasileira de Acústica  
Regional Rio Grande do Sul



@sobracrs



segav.org

## ORGANIZAÇÃO:

**SOBRAC RS**  
Sociedade Brasileira de Acústica - Regional RS



## Eventos de acústica pelo Brasil e o mundo

Nesta seção são colocados alguns dos próximos eventos, congressos e encontros de acústica pelo mundo, junto com suas datas, locais e endereços virtuais. Devido à pandemia de 2020, existem muitas trocas, cancelamentos e eventos que foram convertidos para versão virtual.

Abaixo você encontra alguns links para facilitar a navegação pelas seções desse encarte.

[2020](#) (pág. 153) | [2021](#) (pág. 159) | [2022](#) (pág. 161) | [Congressos online](#) (pág. 162)

### 2020

- **International Year of Sound 2020 (Abertura)**

- **Realizado e estendido para 2021**
- Data: 31 de janeiro de 2020
- Local: Paris, França
- <http://sound2020.org/event/opening-ceremony/>



- **3<sup>rd</sup> Euro-Mediterranean Conference on Structural Dynamics and Vibroacoustics** integrando com AIDAA - Italian Association of Aeronautics and Astronautics

- **Realizado:**  
Proceedings of MEDYNA2020, 3<sup>rd</sup> Euro-Mediterranean Conference on Structural Dynamics and Vibroacoustics, Edited by S. De Rosa, F. Franco, M. Guida, F. Marulo and G. Petrone, Napoli, 2020, ISBN: 9788890648465.
- Data: 17–25 de fevereiro de 2020
- Local: Nápoles, Itália
- <https://medyna2020.sciencesconf.org/>



- **8<sup>th</sup> Berlin Beamforming Conference (BeBeC)**

- **Não realizado, porém com *proceedings* publicados.**
- Data: 2–3 de março de 2020
- Local: Berlim, Alemanha
- <http://www.bebec.eu/>



- **46<sup>o</sup> Congresso da Sociedade Alemã de Acústica (DAGA 2020)**

- **Não realizado, porém com *proceedings* publicados.**  
<https://www.dega-akustik.de/publikationen/online-proceedings/>
- Data: 16–19 de março de 2020
- Local: Hanover, Alemanha
- <http://www.daga2020.de/en/>

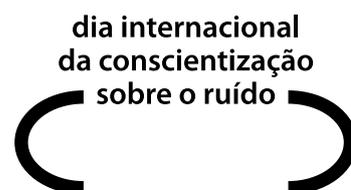


- **24<sup>th</sup> Conference on Acoustic and Biomedical Engineering**
  - **Cancelado**
  - Data: 31 de março a 3 de abril de 2020
  - Local: Zakopane, Polônia
  - <http://www.ptakrakow.pl/iab2020/>

- **International Conference on Sound and Vibration**
  - **Realizado digitalmente**  
<https://panel.waset.org/conference/2020/04/boston/program>
  - Data: 23–24 de abril de 2020
  - Local: Boston, Massachusetts, EUA
  - <https://waset.org/sound-and-vibration-conference-in-april-2020-in-boston>



- **Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído (INAD) ou *International Noise Awareness Day***
  - **Realizado digitalmente**
  - Data: 29 de abril de 2020
  - Local: Mundo todo
  - Brasil: <http://inadbrasil.com/inad-2020/>
  - Internacional: <https://chchearing.org/noise/day/>



- **36<sup>th</sup> Symposium on Hydroacoustics**
  - **Postergado, data ainda para ser determinada**
  - Data original: 26–28 de maio de 2020
  - Local: Leba, Polônia
  - <http://sha2020.pl/>



- **148<sup>th</sup> AES International Convention (AES Virtual Vienna)**
  - **Local: virtualmente / realizado**
  - Data: 2–5 de junho de 2020
  - Local original: Viena, Áustria
  - <https://www.eventscribe.com/2020/VirtualVienna/>



- **CeLyA Summer School 2020: “Hearing in noise”**
  - Data: 15–17 de junho de 2020
  - Local: Lyon, França
  - <https://euracoustics.org/events/events-of-2020/celya-summer-school-2020-201chearing-in-noise201d>

- **XI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica (CONEM)**

- **Cancelado**
- Data: 2–6 de agosto de 2020
- Local: Teresina, Piauí, Brasil
- <https://eventos.abcm.org.br/conem2020/>



- **V Seminário Gaúcho de Acústica e Vibrações (SeGAV)**

- **Local: virtualmente/eletronicamente**
- Data: 14 de agosto de 2020
- Local original: Porto Alegre, RS, Brasil
- Para assistir ao seminário: <https://bit.ly/2Z69ZK6>
- Para apresentar seu trabalho: <https://bit.ly/329FbKi>
- Novidades no [Facebook](#) / <http://segav.org/>
- Veja encarte detalhado na página 149.



- **Internoise 2020 (49<sup>th</sup> International Congress and Exposition on Noise Control Engineering)**

- **Local: virtualmente**
- Data: 23–26 de agosto de 2020
- Local original: Seul, Coreia do Sul
- <http://internoise2020.org/>



- **International Conference on Noise and Vibration Engineering (ISMA)**

- **Local: virtualmente**
- Data: 7–9 de setembro de 2020
- Local original: Leuven, Bélgica
- <https://www.isma-isaac.be/isma2020/>



- **International Conference on Underwater Acoustics (ICUA)**

- **Postergado para 9 de setembro de 2020**
- **Local: virtualmente**
- Data original: 6–10 de julho de 2020
- Local original: Southampton, UK
- <http://icua2020.org/>



- **17<sup>th</sup> Meeting of the European Society of Sonochemistry**
  - **Postergado, data a definir**
  - Data original: 6–10 de setembro de 2020
  - Local: Jena, Turíngia, Alemanha
  - <https://www.ess2020.de/>



- **AES LAC**
  - **Postergado para 21–23 de setembro de 2020**
  - **Local: virtualmente**
  - Data original: 10–12 de agosto de 2020
  - Local original: Rio de Janeiro, RJ, Brasil
  - <http://aeslatam.org/lac2020/pt-br>



- **Symposium of Alps Adria Acoustics Association**
  - Data: 24–25 de setembro de 2020
  - Local: Budapeste, Hungria
  - <https://www.alpsadriaacoustics.eu/>

- **AES Virtual Symposium: Applications of Machine Learning in Audio**
  - **Local: virtualmente**
  - Data: 28–29 de setembro de 2020
  - <https://www.aes.org/events/2020/learning/>



- **XXVIII Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia (Fono 2020)**
  - **Local: virtualmente**
  - Data: 7–10 de outubro de 2020
  - Local original: São Paulo, SP, Brasil
  - <https://lp.sbfa.org.br/fono2020/>



- **HBK's Global Virtual Conference experience**
  - **Local: virtualmente**
  - Data: 13–15 de outubro de 2020
  - <https://hbkworld.com/product-physics-conference>



- **ACUSTICAT 2020**
  - **Local: virtualmente**
  - Data: 14–15 de outubro de 2020
  - Local original: Sant Cugat del Vallès, Espanha
  - <https://www.congresacusti.cat/>



• **Quiet Drones. A Symposium on Noise from UASs/UAVs**

- Data: 19–21 de outubro de 2020
- Local: Paris, França
- <https://www.quietdrones.org/>



• **Tecniacústica 2020, 51º Congreso Español de Acústica & XI Congreso Ibérico de Acústica**

- **Postergada para 21 a 23 de outubro de 2020**
- **Local: virtualmente**
- Data original: 3–5 de junho de 2020
- Local original: Faro, Portugal
- <http://www.spacustica.pt/acustica2020>



• **11<sup>th</sup> International Styrian Noise, Vibration and Harshness Congress (ISNVH)**

- **Postergado para 3–5 de novembro de 2020**
- Data original: 17–19 de junho de 2020
- Local: Graz, Áustria
- <https://www.isnvh.at/>



• **Noise-Con 2020**

- **Local: virtualmente**
- **Postergado 16–18 de novembro 2020**
- Data original: 29 de junho a 1 de julho de 2020
- Local original: Nova Orleans, Louisiana, EUA
- <https://www.inceusa.org/noisecon20/>



• **Reproduced Sound 2020**

- **Local: virtualmente**
- Data: 18–19 de novembro de 2020
- Local original: Reino Unido
- <http://reproducedsound.co.uk/>

**Reproduced Sound**

18-19 NOVEMBER 2020, VIRTUAL CONFERENCE

• **35º Encontro Internacional de Audiologia (EIA)**

- **Postergado para 23-25 de novembro de 2020.**
- Data original: 19–21 de março de 2020
- Local: São Paulo, SP, Brasil
- <https://www.audiologiabrasil.org.br/eia>



• **A&V 2020 - Biennial International Conference on Acoustics and Vibration**

- **Local: virtualmente**
- Data: 23–24 de novembro de 2020
- Local original: Bali, Indonesia
- <https://anv2020.com>



• **Aachen Acoustics Colloquium 2020 (AAC)**

- **Cancelado**
- Data: 23–25 de novembro de 2020
- Local: Aachen, Alemanha
- <https://www.aachen-acoustics-colloquium.com/>



• **International Conference on Voice Physiology and Biomechanics (ICVPB 2020)**

- **Postergado para 30 de novembro a 4 de dezembro de 2020**
- Data original: 16–20 de março de 2020
- Local: Grenoble, França
- <https://icvpb2020.sciencesconf.org/>



• **Forum Acusticum 2020**

- **Postergado 7–11 de dezembro de 2020**
- Data original: 20–24 de abril de 2020
- Local: Lion, França
- <https://fa2020.universite-lyon.fr/fa2020/english-version/>



• **179<sup>th</sup> Meeting Acoust. Soc. America**

- **Postergado para 7–11 de dezembro de 2020**
- **Local: virtualmente**
- Data original: 11–15 de maio de 2020
- Local: Chicago, Illinois, EUA
- <https://acousticalsociety.org/asa-meetings/>



## 2021

- **International Year of Sound 2020**  
(Continuação de 2020)

- Estendido para 2021
- Data: 2020–2021
- Local: Mundo todo
- <http://sound2020.org/>



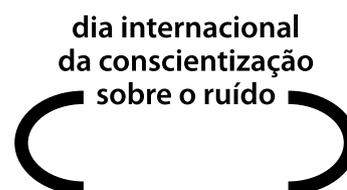
- **6<sup>th</sup> Symposium on the Acoustics of Poro-Elastic Materials**  
(SAPEM 2020+1)

- Postergado para 30 de março a 1 de abril de 2021
- Data original: 15–17 de dezembro de 2020
- Local: Purdue University, West Lafayette, Indiana, EUA
- <http://sapem2020.matelys.com/>



- **Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído (INAD)**  
ou *International Noise Awareness Day*

- Data: 28 de abril de 2021
- Local: Mundo todo
- Brasil: <http://inadbrasil.com>
- Internacional: <https://chcheating.org/noise/day/>



- **Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2020 (BNAM)**

- Postergado para 3-5 de maio de 2021
- Data original: 3–6 de maio de 2020
- Local: Oslo, Noruega
- <https://www.bnam2020.org/>



- **9<sup>th</sup> International Conference on Wind Turbine Noise**

- Data: 18–21 de maio de 2021
- Local: Dublin, Irlanda
- <https://www.windturbinenoise.eu/content/conferences/9-wind-turbine-noise-2021/>



• **12º Congresso Iberoamericano de Acústica (FIA) & XXIX Encontro da Sobrac**

- **Postergado para 23–26 de maio de 2021**
- Data original: 20–23 de setembro de 2020
- Local: Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
- <https://fia2020.com.br/>
- Veja encarte detalhado na página 149.



• **47th AIA National Conference**

- **Postergado para 26–28 de maio de 2021**
- Data original: 23–25 de setembro de 2020
- Local: Matera, Itália
- <https://acustica-aia.it/en/event/matera2020/>



• **180th Meeting Acoust. Soc. America**

- Data: 7–11 de junho de 2021
- Local: Seattle, EUA
- <https://acousticalsociety.org/asa-meetings/>
- **ASA School 2021 (5–6 de junho de 2021)**  
<https://acousticalsociety.org/asa-school-2021/>



• **13th ICBen Congr. on Noise as a Public Health Problem**

- **Postergado para 14–17 de junho de 2021**
- Data original: 15–18 de junho de 2020
- Local: Estocolmo, Suécia
- <https://www.icben2020.se/>



• **EuroNoise 2021**

- Data: 21–23 de junho de 2021
- Local: Funchal, Madeira, Portugal
- <http://www.spacustica.pt/euronoise2021/index.html>



• **Acoustics of Ancient Theatres**

- **Postergado para julho de 2021**
- Data original: 2–4 setembro de 2020
- Local: Verona, Itália



• **27<sup>th</sup> Int. Congress on Sound and Vibration (ICSV 27)**

- **Postergado para julho de 2021**
- Data original: 12–16 de julho de 2020
- Local: Praga, República Tcheca
- <https://www.icsv27.org/>



• **Internoise 2021 (50<sup>th</sup> International Congress and Exposition on Noise Control Engineering)**

- Data: 1–4 de agosto de 2021
- Local: Washington, EUA
- <http://www.i-ince.org/>

• **67<sup>th</sup> Open Seminar on Acoustics**

- **Postergado para setembro de 2021**
- Data original: 15–18 de setembro de 2020
- Local: Ciche, Polônia
- <https://www.ptakrakow.pl/osa2020/>

• **181<sup>st</sup> Meeting Acoust. Soc. America joint with WESPAC 2021 and the Australian Acoustical Society**

- Data: 6–10 de dezembro de 2021
- Local: Seattle, EUA
- <https://acousticalsociety.org/asa-meetings/>



• **Noise and Vibration Emerging Methods (NOVEM 2021)**

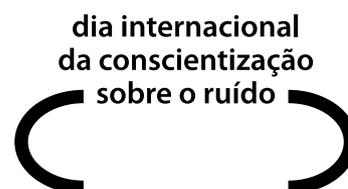
- **Postergado 13–15 de dezembro de 2021**
- Data original: 26–28 de janeiro de 2021
- Local: Auckland, Nova Zelândia
- <https://www.novem2021.ac.nz/>



**2022**

• **Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído (INAD) ou *International Noise Awareness Day***

- Data: 27 de abril de 2022
- Local: Mundo todo
- Brasil: <http://inadbrasil.com>
- Internacional: <https://chcheating.org/noise/day/>



- **182<sup>nd</sup> Meeting Acoust. Soc. America**
  - Data: 23–27 de maio de 2022
  - Local: Denver, Colorado, EUA
  - <https://acousticalsociety.org/asa-meetings/>
  
- **28<sup>th</sup> Int. Congress on Sound and Vibration (ICSV28)**
  - **Postergado para julho de 2022**
  - Local: Singapura
  - <https://iiav.org/>
  
- **4<sup>th</sup> Vienna Talk**
  - **Postergado para setembro de 2022**
  - Data original: 13–16 de setembro de 2020
  - Local: Viena, Áustria
  - <https://viennatalk2020.mdw.ac.at/>
  
- **24<sup>th</sup> International Congress on Acoustics (ICA 2022)**
  - Data: 24–28 de outubro de 2022
  - Local: Gyeongju, Coreia do Sul
  
- **Acoustics 2022 - Joint New Zealand & Australian acoustical societies conference**
  - **Postergado para 31 de outubro a 2 de novembro de 2022**
  - Data original: novembro de 2020
  - Local: Wellington, Nova Zelândia
  - <https://www.acoustics2022.com/>
  
- **Congresso Iberoamericano de Acustica (FIA 2022)**
  - Data: 5–7 de dezembro de 2022
  - Local: Santiago, Chile



## Congressos online

---

- Acompanhe o site do Professor António Pedro Oliveira de Carvalho (Universidade do Porto) que há sempre datas atualizadas de congressos:
  - <https://web.fe.up.pt/carvalho/congressos.htm>
  
- Acompanhe o site da Sociedade Europeia de Acústica (EAA) que há sempre datas atualizadas de congressos:
  - <https://euracoustics.org/events/>

- Acompanhe o site da International Commission for Acoustics (ICA) que há sempre datas atualizadas de congressos:

- <https://www.icacommission.org/calendar.html>

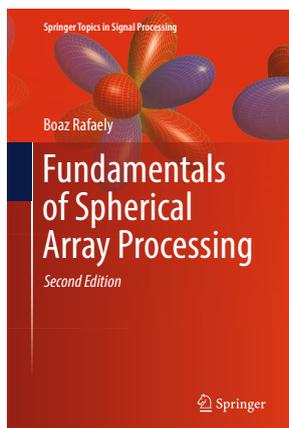
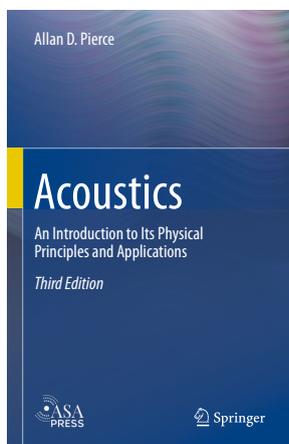
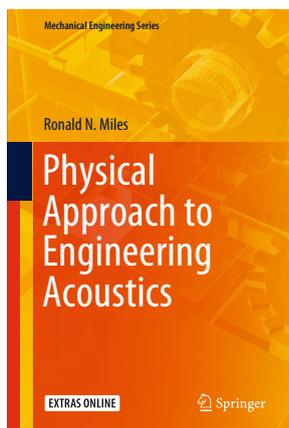
### **Proceedings online**

---

- Sociedade Brasileira de Acústica
  - <http://acustica.org.br/anais-do-encontro-sobrac/>
- Australian Acoustical Society
  - <https://acoustics.org.au/web/Publications/Conference-Proceedings/web/Publications/Conference-Proceedings.aspx?hkey=02e0d258-f31d-4e13-b869-8830f37ac7fe>
- Internoise (International Congress and Exposition on Noise Control Engineering)
  - <http://i-ince.org/confpapers.php>
- International Congress on Sound and Vibration (ICSV)
  - <https://www.iiav.org/index.php?va=viewpage&vaid=28>
- International Conference on Noise and Vibration Engineering (ISMA)
  - <https://www.isma-isaac.be/publications/>

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

Editores A&V n. 52



## Resenhas de livros

*A edição n° 52 conta com mais essa novidade*

Nesta edição da revista inauguramos a seção de resenhas de livros (ou *book reviews*). A ideia é trazer de forma resumida o conteúdo de livros clássicos e novidades – nos assuntos relacionados com as diversas ciências que envolvem acústica e vibrações. Além disso, informações interessantes acerca dos autores serão geralmente acompanhadas, trazendo um pouco mais de contexto sobre as obras.

A leitura é uma ferramenta poderosa, seja no ensino guiado com mestres ou professores, seja no aprimoramento autodidata, promovendo desenvolvimento cognitivo na capacidade de comunicação e nos aspectos técnicos. As ciências naturais estão em constante descoberta pela humanidade, assim, manter-se atualizado é primordial para qualquer profissão.

Para este número trazemos as resenhas dos seguintes livros, de forma abreviada e concisa, cada uma escrita por um editor do número 52. A saber:

- [Physical Approach to Engineering Acoustics](#)

**Autor:** Ronald N. Miles | Springer, 2020

- [Environmental and Architectural Acoustics](#)

**Autores:** Z. Maekawa, J. H. Rindel e P. Lord | CRC Press, 2011

- [Acoustics: An Introduction to Its Physical Principles and Applications](#)

**Autor:** Allan D. Pierce | Springer, 2019

- [Fundamentals of Spherical Array Processing](#)

**Autor:** Boaz Rafaely | Springer, 2019.

Temos nessa lista livros clássicos como o de fundamentos de acústica de Pierce (em uma nova roupagem) e o livro de Maekawa, Rindel e Lord que mescla acústica, engenharia mecânica e arquitetura (em sua segunda edição, de 2011). Há ainda um livro que lida com acústica e chega até os métodos numéricos, de Miles, lançado este ano. Por fim, não menos importante, temos a segunda edição do livro de Rafaely sobre arranjos esféricos, *beamforming* e harmônicos esféricos (que acompanha um *toolbox* de Matlab nessa edição de 2019).

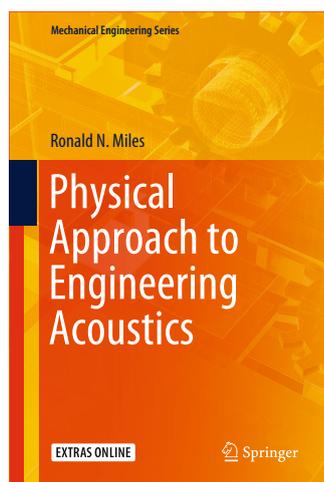
Esperamos que a leitura seja proveitosa e que possa oferecer as primeiras compreensões/impressões, provocando os leitores para adentrarem nessas excelentes obras.

Paulo Henrique  
Mareze 

Universidade Federal de  
Santa Maria

Av. Roraima n° 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria - RS

{paulo.mareze}  
@eac.ufsm.br



**Autor:** Ronald N. Miles

**Editora:** Springer

**Ano:** 2020

**ISBN:** 978-3030226756

**doi:** 10.1007/978-3-030-22676-3

## Physical Approach to Engineering Acoustics

*Fundamentos revisitados em formato didático e atual*

Em sua primeira edição, o referido livro foi lançado recentemente, no início de 2020. De antemão vale comentar que a formatação do texto, apresentação das figuras e dos gráficos são de ótima qualidade, o que acaba por proporcionar maior facilidade de entendimento e compreensão ao leitor. Os conceitos são bem reforçados por meio de desenhos e esboços bastante didáticos. O autor, professor Ronald N. Miles, trabalha no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Binghamton, em Nova York, desde 1989. Atua como Diretor de Estudos de Pós-Graduação, Diretor de Estudos de Graduação e é Presidente de Departamento. Além disso, é editor associado da ASME - *Journal of Vibration and Acoustics*. Mais detalhes podem ser encontrados no [site da universidade](#). O livro faz parte da *The Mechanical Engineering Series*, da editora Springer, na qual outros tópicos avançados e de vanguarda da engenharia mecânica são oferecidos, como bioengenharia, transferência de calor e massa, mecânica de materiais, tecnologia de micro e nanociência, entre outros. O material apresentado nesse livro texto foi desenvolvido ao longo dos anos em dois cursos de pós-graduação, ME522 - *Acoustics*, e ME622 - *Advanced Acoustics*, oferecidas no mesmo departamento.

Fica claro o propósito do autor em abordar vários aspectos fundamentais da engenharia acústica. Pode-se citar a apresentação de conceitos básicos e aprofundados sobre medição de ruído e análise de sinais, equação da onda e suas soluções, transmissão sonora, análise de som em dutos e silenciadores, dispositivos de controle de ruído, radiação sonora, projeto de microfones e alto-falantes, os quais são usados em bilhões de equipamentos da atualidade. Este livro texto usa a mecânica newtoniana como equacionamento mais apropriado para analisar sistemas mecânicos e, ao fazê-lo, fornece métodos diretos de modelagem. Destaque para os Capítulos 4 e 5 sobre filtros acústicos, matrizes de transferência e fontes sonoras. Também para os Capítulos 6 e 7, que tratam de métodos computacionais, como elementos de contorno e o método de superposição modal, para solução de problemas clássicos de domínios fechados.

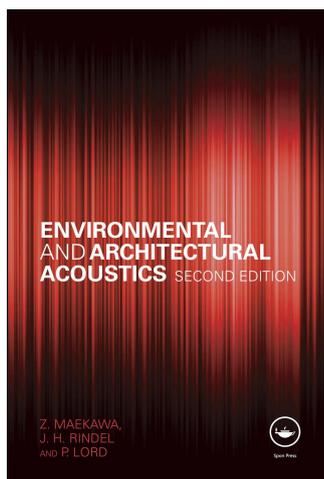
O livro foi redigido em um nível apropriado para os cursos de graduação e de pós-graduação nas áreas de engenharia acústica, mecânica, elétrica e física. Além disso, foi aprimorado com problemas propostos ao final de cada capítulo e ainda fornece exemplos de códigos em [Matlab](#), que podem ser baixados e acessados pelo leitor. O livro tem grande chance de ser adotado como um texto principal atualizado para estudantes de disciplinas do ciclo profissionalizante da engenharia acústica. Também serve como referência para engenheiros e técnicos que atuam na indústria ou trabalham na área de forma autônoma. Uma pequena prévia do livro pode ser vista no próprio [site da editora Springer](#). Ademais, é possível também ser obtido no site da [Amazon do Brasil](#) (em versões eletrônica e impressa).

Ranny L. X. N.  
Michalski 

Universidade de  
São Paulo

Rua do Lago, 876  
CEP 05508-080  
São Paulo - SP

{rannym}  
@usp.br



**Autores:** Zyun-iti  
Maekawa, Jens Holger  
Rindel e Peter Lord

**Editora:** CRC Press

**Ano:** 2011 (2 ed.)

**ISBN:** 978-0367865467

**doi:** [10.4324/9780203931356](https://doi.org/10.4324/9780203931356)

## Environmental and Architectural Acoustics

*Referência básica e multidisciplinar*

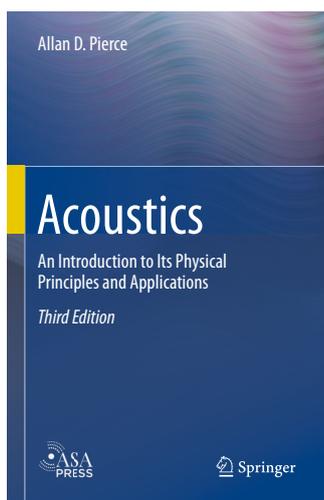
A primeira edição deste livro foi publicada em 1993. Ao longo dos anos seguintes, muito se evoluiu em acústica, principalmente devido ao grande desenvolvimento tecnológico digital. Isto levou Zyun-iti Maekawa a revisar a primeira edição e escrever esta segunda. O autor contou com a participação de Jens Holger Rindel como novo co-autor, além de continuar com a participação de Peter Lord. A segunda edição foi publicada em 2011 pela CRC Press, 17 anos após a primeira. Apesar do avanço tecnológico, e como o próprio Maekawa diz no prefácio, a teoria física da acústica não mudou, assim como o objetivo do livro: fornecer um bom entendimento dos fundamentos da acústica aos leitores.

Maekawa é Professor Emérito na Universidade de Kobe, no Japão. Foi membro da International Commission on Acoustics, da Acoustical Society of America e da Acoustical Society of Japan. Foi vice-presidente do INCE/Japão, e hoje é membro internacional distinto do INCE/EUA, por sua grande contribuição para a engenharia de controle de ruído. Rindel foi professor na Universidade Técnica da Dinamarca e diretor geral da Odeon A/S, empresa do software de acústica de salas com o mesmo nome. Atualmente, é pesquisador sênior na empresa, na Dinamarca. Lord, falecido em 2012, foi professor e fundador do Departamento de Acústica Aplicada da Universidade de Salford e ex-presidente do Institute of Acoustics, no Reino Unido.

O livro, dividido em onze capítulos, inicia com os fundamentos das ondas sonoras e da audição; passa por medição e classificação de som, ruído e vibração; e em seguida aborda o tema acústica de salas, considerando campo sonoro, modos de vibração, tempo de reverberação e distribuição de energia sonora. Ao final de cada capítulo são apresentados exercícios relativos aos assuntos tratados, com o objetivo de ajudar na compreensão dos mesmos. Outros temas abordados nos capítulos seguintes são: absorção sonora, materiais de absorção sonora e suas características; propagação sonora ao ar livre e redução de ruído por meio de barreira (destaque para o famoso cálculo de Maekawa para atenuação sonora por barreira); além dos princípios de isolamento sonoro aéreo e de impacto. Controle de ruído e vibração, projeto acústico de salas e sistemas eletroacústicos também são abordados em diferentes capítulos.

O livro é bastante útil não somente para quem está iniciando os estudos em acústica, como para estudantes avançados e profissionais da área. Sua abordagem multidisciplinar da acústica de ambientes externos e internos atende tanto a arquitetos, como engenheiros.

Uma pequena prévia do livro pode ser vista no site da editora [CRC Press](https://www.crcpress.com). É possível também comprar o livro no site da [Amazon do Brasil](https://www.amazon.com.br) (em versões eletrônica e impressa).

**Olavo M. Silva** *Universidade Federal de  
Santa Catarina**Rua Delfino Conti, s/n.  
Campus Universitário  
Trindade - 88040-370  
Florianópolis - SC*{olavo}  
@lva.ufsc.br**Autor:** Allan D. Pierce**Editora:** Springer**Ano:** 2019 (3 ed.)**ISBN:** 978-3030112134**doi:** [10.1007/978-3-030-11214-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11214-1)

## Acoustics: An Introduction to Its Physical Principles and Applications

*Um clássico revigorado*

A primeira edição deste livro de Allan D. Pierce (aposentado, Professor Emérito na Universidade de Boston, EUA) foi publicada em 1981 pela editora McGraw-Hill e, desde então, tem sido uma das principais referências da área de Acústica. O rápido sucesso do livro, considerado na época um dos textos mais proeminentes para cursos avançados sobre fundamentos de acústica e suas aplicações, resultou no lançamento de uma segunda edição publicada pela Acoustical Society of America (ASA) em 1989, com correções de erros tipográficos e a inserção de 30 páginas de apêndice com respostas para os problemas sugeridos pelo autor.

Em 2019, a editora Springer, em parceria com a ASA, utilizou modernos procedimentos óticos para escaneamento das edições anteriores, desenvolvendo ferramentas próprias de reconhecimento de caracteres, gerando um código-fonte confiável em L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. O próprio Prof. Pierce fez uso de tal código para rearranjar o formato e reconfigurar as equações do texto, além de realizar uma intensiva revisão geral. O resultado: a terceira edição de um clássico, agora revigorado, com tipografia moderna e sem os “defeitos” das edições anteriores.

Este livro introduz os princípios de acústica com o devido rigor matemático (e físico) para quem quer saber seu conteúdo com profundidade. O autor parte da mecânica do contínuo, observando os fenômenos no espaço tridimensional, fazendo uso de propriedades e hipóteses sempre fundamentadas em referências clássicas. Em um primeiro momento, os capítulos iniciais podem *assustar* iniciantes da área, pois sua leitura exige certo conhecimento preliminar de cálculo tensorial e cálculo para funções/campos vetoriais. Porém, as figuras e gráficos modernizados da terceira edição ajudam o leitor a compreender a parte mais abstrata do conteúdo.

Além da dedução das equações fundamentais, o texto traz profundo conteúdo sobre acústica de dutos, radiação sonora, espalhamento, difração, modelos de filtros e ressonadores etc. Além disso, o livro introduz conceitos de acústica de salas, acústica de raios, efeitos de dissipação e efeitos não-lineares na propagação do som. Tudo apresentado com diversos esquemas, tabelas, exemplos e aplicações, complementando o texto primorosamente redigido pelo autor.

Este livro é, sem dúvidas, presença importante na biblioteca de todo pesquisador da área de Acústica e Vibrações.

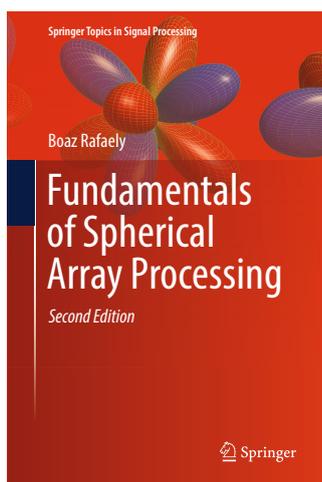
Uma pequena prévia do livro pode ser vista no próprio [site da editora Springer](#). Ademais, é possível também ser obtido no site da [Amazon do Brasil](#) (em versões eletrônica e impressa).

William D'Andrea  
Fonseca 

Universidade Federal de  
Santa Maria

Av. Roraima n° 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria - RS

{will.fonseca}  
@eac.ufsm.br



**Autor:** Boaz Rafaely

**Editora:** Springer

**Ano:** 2019 (2 ed.)

**ISBN:** 978-3319995601

**doi:** 10.1007/978-3-319-99561-8

## Fundamentals of Spherical Array Processing

*Entenda arranjos no domínio dos harmônicos esféricos*

O autor do livro *Fundamentals of Spherical Array Processing* é o professor [Boaz Rafaely](#), líder do *Acoustic Lab* da Universidade Ben-Gurion do Neguev, em Israel. Atualmente é editor associado do *journal Acta Acustica*, assim como também já foi do *IEEE Signal Processing Letters*. Em seu [currículo](#), constam trabalhos de processamento de sinais e técnicas binauriculares desde o início dos anos 1990. Todavia, a partir dos anos 2000 é que sua produção notável em processamento (digital de sinais) para arranjos emerge. Trabalhando com diversas técnicas combinadas, em 2015 publicou a primeira edição do livro, que faz parte da *Springer Topics in Signal Processing* (Volume 8).

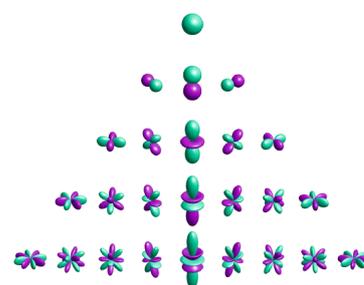
O livro contém um compêndio de boa parte da teoria e prática na utilização de arranjos esféricos de microfones. Ele é voltado a pesquisadores, engenheiros e alunos de pós-graduação (eventualmente também para graduação, dependendo da bagagem de conhecimento).

Na parte inicial são apresentados conceitos básicos para o tema, introduzindo a Transformada de Fourier Esférica e a formulação das ondas no domínio dos harmônicos esféricos, veja [Figura 1](#), sendo temas essenciais para o subsequente tópico de amostragem espacial. Isto é, como os microfones (ou receptores) amostram (ou capturam) o campo acústico que os circundam. De forma semelhante à relação tempo-frequência, cuidados devem ser tomados para evitar os efeitos de *dobramento* (ou *aliasing*) – previamente descritos pelo Teorema de Nyquist.

Nos capítulos consequentes são esclarecidas diversas configurações de arranjos esféricos (incluindo situações com e sem esfera difratora). Técnicas de filtragem espacial no domínio dos harmônicos esféricos (*beamforming*) são aplicadas, incluindo pormenores acerca do desempenho e de como avaliá-lo.

Em 2019 foi lançada a segunda edição do livro, incluindo todas as correções de erratas (quem tiver a primeira edição pode encontrar a lista delas [neste link](#)), além da disponibilização de um excelente *toolbox* de Matlab (junto com um manual), possibilitando um melhor entendimento para o leitor, visto que todos os códigos para gerar as figuras e exemplos do livro estão incluídos (como um tutorial). Os códigos podem ser baixados diretamente do Matlab Central [neste link](#).

Uma pequena prévia do livro pode ser vista no próprio [site da editora Springer](#). Ademais, é possível também ser obtido no site da [Amazon do Brasil](#) (em versões eletrônica e impressa).



**Figura 1:** Harmônicos esféricos (adaptado do livro).

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

Fernando Diaz  &  
Denison Oliveira 

HBK – Hottinger  
Brüel & Kjær  
Rua Laguna, 276  
São Paulo, SP

{fernando.diaz,  
denison.oliveira}  
@bksv.com

## Novo sonômetro Brüel & Kjær Modelo 2245

*O novo sonômetro da Brüel & Kjær tem inovações para todos os tipos de usuários, de consultores a pesquisadores*

**Resumo:** Há mais de 60 anos a Brüel & Kjær inventou o primeiro sonômetro portátil do mundo. Todos os sonômetros B&K são desenvolvidos para Classe 1 de precisão, facilidade de uso e flexibilidade sem precedentes. O novo sonômetro B&K 2245 é uma solução de uso intuitivo para medições de ruído. O instrumento é acompanhado de uma variedade de aplicativos, cada um customizado para fornecer funcionalidades para as suas tarefas específicas de medição e/ou análise.

### New Sound Level Meter Brüel & Kjær Type 2245

*Abstract: It's been over 60 years since Brüel & Kjær invented the world's first portable sound level meter. All B&K sound level meters are designed for Class 1 measurement accuracy, ease-of-use, and unprecedented flexibility. The new B&K 2245 sound level meter is an easy-to-use solution for dedicated noise measurement tasks. The instrument comes with a range of apps, each tailored to provide functionality for your specific measurement and/or analysis job-to-do.*

### 1. Introdução

A tradicional empresa dinamarquesa Brüel & Kjær lançou recentemente o seu novo sonômetro modelo B&K 2245, Classe 1 de precisão. Após meses de testes para aprovação de modelo realizado pelo laboratório alemão PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), e posteriormente pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), para homologação dos dispositivos *wireless* [1], o 2245 está disponível para o público brasileiro desde o segundo trimestre de 2020, veja Figura 13.



**Figura 13:** B&K 2245 oferece soluções integradas para diversos tipos de aplicações.

**HBK**   
HOTTINGER BRÜEL & KJÆR

  
HBM

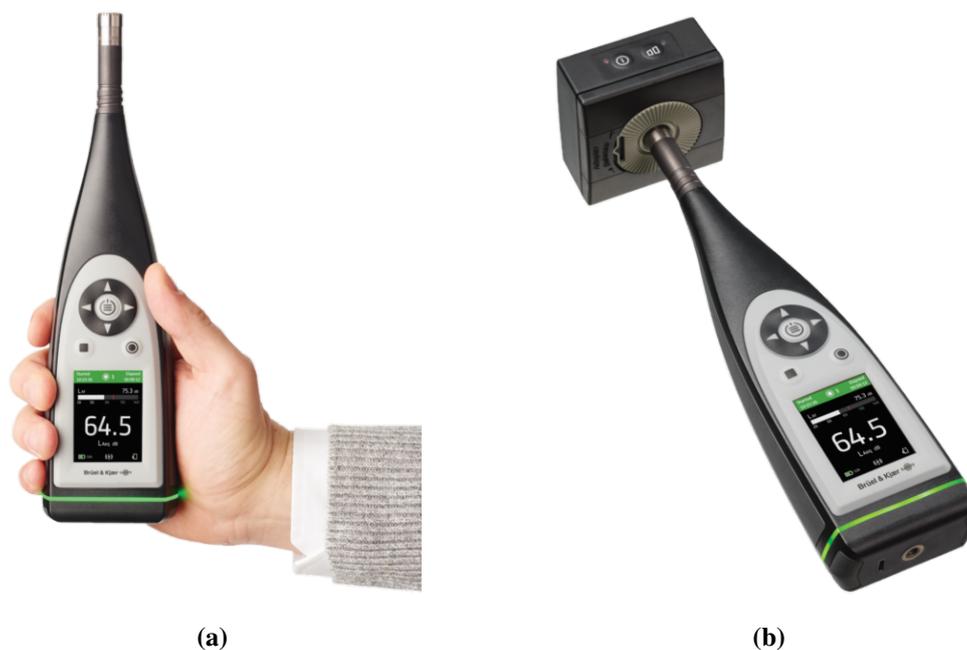
  
Brüel & Kjær

O B&K 2245 está disponível em 4 versões, cada uma delas desenvolvida com funções específicas de medição e controle voltados para determinados públicos. São elas o 2245-N Noise Partner [2], voltado para o público que necessita de um instrumento para análises apenas em banda larga; o 2245-X Exhaust Noise Partner [3], voltado para o público que necessita de um instrumento para inspeção de ruído de escapamento veicular e controle de qualidade em montadoras de veículos; o 2245-W Work Noise Partner [4], voltado para medições de ruído ocupacional; e o 2245-E Enviro Noise Partner [5] voltado para o público que precisa realizar medições de ruído ambiental.

O 2245-E Enviro Noise Partner é o carro-chefe no Brasil, uma vez que esse é o modelo que atende integralmente as normas ABNT NBR 10151:2019 [6] e ABNT NBR 10152:2017 [7]. Ele disponibiliza as análises em banda larga, integradores, filtros de 1/1 e 1/3 de oitavas, registro temporal tanto das análises de banda larga, quanto de banda estreita, e gravação de áudio. Além disso, como em todos os outros modelos da plataforma, estão disponíveis os recursos de GPS, conexão via cabo USB, Wi-Fi e Bluetooth.

Estão presentes também em toda a plataforma funcionalidades muito úteis aos usuários como o “back-erase”, para eliminar perturbações das medições, correção de campo sonoro em tempo real (correções para campo livre e para campo difuso utilizando o mesmo microfone), detecção automática de protetor de vento e correção também automática em tempo real da influência do protetor de vento. Outra funcionalidade interessante é a auto detecção do calibrador B&K Tipo 4231, o que faz o processo de verificação da calibração simples e intuitivo (veja a Figura 14). Quando utilizado o controle via aplicativo, outras funções muito úteis ficam à disposição dos usuários, como o controle completo de início/pausa/salvar das medições, registro de marcadores, anexar fotos e vídeos às medições, anotações de voz, entre outras.

Uma das características marcantes dos sonômetros B&K não poderia deixar de estar presente no novo modelo da B&K e foi especialmente projetada para alcançar o seu máximo: a ergonomia! O B&K possui o corpo emborrachado para uma pegada mais segura e botões de controle que podem ser acessados diretamente com o polegar da própria mão que segura o sonômetro (vide Figura 14 (a)). Além de ser ergonômico, o 2245 pesa aproximadamente 350 gramas, o que faz dele ideal para ser montado em tripés (ou em hastes de extensão) e ser operado remotamente via aplicativo.



**Figura 14:** Sonômetro B&K 2245 (a) Ergonomia (b) 2245 + 4231.

## 2. B&K 2245 especificações técnicas

O B&K 2245 foi projetado para atender as normas internacionais vigentes que regem a construção de sonômetros e filtros. Entre as normas atendidas, pode-se citar: IEC 61672-1:2013 [8] (Class 1); IEC 61260-1:2014 [9] (1/1-octave bands and 1/3-octave bands, Class 1) e WELMEC 7.2 Software Guide - 2014 [10]. As demais normas atendidas podem ser consultadas também no *datasheet* [5] do equipamento. Na Figura 15 (a) pode-se ver a resposta típica do B&K 2245 ante as tolerâncias da norma IEC 61672-1:2013 (Class 1) para diferentes condições.

O B&K 2245 vem equipado com o microfone pré-polarizado de 1/2 polegada Brüel & Kjær Tipo 4966 para campo livre e de alta precisão; este microfone é fabricado conforme a norma IEC 61094-4:1995 [11]. Uma característica marcante dos microfones Brüel & Kjær é a estabilidade de longo prazo. Tal estabilidade se dá graças ao processo de envelhecimento acelerado em que as cápsulas são colocadas em ambientes extremos de alta temperatura e umidade, simulando assim anos de uso. Este processo garante que cada microfone retenha suas características de baixo ruído de fundo (Figura 15 (a)) e relativa alta sensibilidade (50 mV/Pa) por muitos anos. Para mais detalhes sobre o processo produtivo dos microfones Tipo 4966, veja o vídeo disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=JQj\\_-uF117s](https://www.youtube.com/watch?v=JQj_-uF117s).

Sabemos que outro parâmetro relevante na qualidade de medição de sonômetros é a forma do próprio aparelho, visto que este influencia no campo acústico no qual está imerso. Tendo isso em vista, o formato do 2245 foi desenvolvido para minimizar as difrações e garantir assim o desempenho ótimo, sem prejudicar a ergonomia do equipamento. Um parâmetro que permite observar a influência do corpo do equipamento na medição é a direcionalidade no plano vertical. Na Figura 15 (b) podem ser observadas as comparações de direcionalidade entre o 2245 (+4966), 2250 (+4189) e microfone 4189 montado com cabo de extensão (use o Acrobat Reader para uma visualização aprimorada).

(a)

(b)

**Figura 15:** Resultados típicos para o B&K 2245 (a) Resposta em frequência e nível de ruído autogerado (b) Direcionalidade no plano vertical [8, 12] (use as setas embaixo das figuras para alterar entre 1 k, 4 k, 8 k e 20 kHz).

## 3. Aplicativo e software para PC

A interface do B&K 2245 possui 7 botões e um *display* de alto contraste que possui duas configurações de cor para se adaptar aos diferentes ambientes. Esta interface permite acessar todas as configurações do equipamento, assim como é possível visualizar e analisar os resultados (observe a Figura 16 (a)). Existe a possibilidade de parear o sonômetro com dispositivos Apple® como iPhone®, iPad® ou iPod Touch® (IOS 12.1 ou superior). Essa possibilidade permite que o 2245 seja totalmente operado e configurado à distância, além de adicionar funções como notas de áudio, texto e imagem, assim como a adição e edição de marcadores diretamente da tela do aplicativo.

Operar o 2245 a partir de uma tela maior e sensível ao toque proporciona uma experiência mais intuitiva e confortável, facilitando a operação e análise de resultados em campo. Outra vantagem de

News & Reviews

poder operar o equipamento remotamente é a não obrigatoriedade do uso de acessórios como cabo de extensão, sendo que o 2245 pode ser montado em uma haste extensora para medir lugares mais afastados como fachadas ou alturas elevadas. Exemplos da tela do aplicativo podem ser observados na Figura 16 (b).

(a)

(b)

**Figura 16:** Visualização de dados (a) *Display* do B&K 2245 (b) *Display* do iPhone® (use as setas embaixo das figuras para alterar entre distintos *displays*, tanto no 2245 como no iPhone).

O *software* de PC que acompanha o B&K 2245 permite que todos os resultados de medição salvos no sonômetro (assim como as anotações e fotos salvas no *Aplicativo*) sejam transferidos via *wireless* ou via cabo. Assim como no aplicativo para dispositivos móveis, o *software* Enviro Noise Partner para PC é uma excelente ferramenta, intuitiva e fácil de usar. Ele permite adicionar marcadores e isolar sons para investigação ou exclusão. Essas tarefas são ainda mais fáceis com as ferramentas de reprodução de áudio do aplicativo, como a reprodução de alta velocidade com correção de agudos para a revisão de gravações de longa duração. Com objetivo de simplificar o uso, o *software* inclui também integração com Microsoft® Excel® para geração de relatórios customizados.

A versão voltada para ruído ocupacional, Work Noise Partner para PC, permite que as medições sejam organizadas em tarefas (ou grupos de exposição) que podem ser adicionados ao cálculo da exposição em dias úteis (função também disponível no dispositivo móvel). O *software* Work Noise Partner para PC também funciona com o dosímetro de ruído pessoal B&K 4448. Você pode importar medições do dosímetro para um projeto do Work Noise Partner e combinar esses dados com as medições do B&K 2245 para comparar e analisar conforme a necessidade.

#### 4. Protocolo de comunicação aberto – Open API

A abertura da *interface de programação de aplicações* (ou API - *Application Programming Interface*) é a nova realidade da Brüel & Kjaer. Esta tendência pode ser observada na recente liberação para venda da licença da API do B&K LAN-XI. Com a linha de sonômetros não poderia ser diferente, as plataformas 2250/70 e 2245 também possuem essa funcionalidade.

O protocolo utilizado para comunicação é chamado de Web-XI e foi desenvolvido pela B&K baseado em um protocolo RESTful (*Representational State Transfer*), que usa formatação de dados JSON para transferência de dados. Utilizando o protocolo RESTful (usando comandos GET, PUT, POST e DELETE) é possível editar as configurações do sonômetro, buscar parâmetros, resultados e configurar o WebSocket para *streaming* de dados. Estes utilizam um formato compacto de dados binários totalmente documentados para garantir rapidez e comunicação eficiente [13].

O protocolo REST é amplamente estabelecido e utilizado como base para estabelecer comunicações entre serviços alojados em nuvem. Seu uso possui muitas vantagens, entre elas podemos destacar a utilização em múltiplas plataformas que suportem protocolos HTTP, usando uma variedade de linguagens de programação como C#, Objective-C (ou C/C++) ou Python. Para mais informações, documentação e exemplos de códigos acesse nosso repositório no GitHub® por meio do link <https://github.com/hbk-world/Open-Interface-for-Sound-Level-Meter>.

## 5. O sonômetro ideal para o mercado brasileiro – NBR 10151:2019 e NBR:10152:2017

O sonômetro B&K 2245-E Enviro Noise Partner foi projetado para atender as necessidades do consultor que trabalha com medições de ruído ambiental e precisa atender os requisitos das normas ABNT NBR 10151:2019 [6], ABNT NBR 10152:2017 [7], entre outras. Resistente à poeira e água com IP55, é ideal para uso interno ou externo e vem pronto com tudo o que você precisa para avaliações de ruído ambiental. Os recursos incluem medição simples com uma ampla gama de parâmetros, estatísticas e análise em frequência. O B&K 2245 possui **Certificado de Aprovação de Modelo** emitido pelo PTB e atende a todas as partes das IEC 61672 [8] e IEC 61260 [9]. Com operação intuitiva e de fácil manuseio, e com o auxílio de aplicativos para *smartphone*, a sua tarefa de medição e documentação se torna muito mais simples.

### Referências

1. Brüel & Kjær. *B&K 2245 Compliances and type approvals*. Acessado em jul. 2020. Disponível em: <https://www.bksv.com/en/Service/Support/downloads/2245-Downloads/BK-2245-Compliances-and-type-approvals>.
2. Brüel & Kjær. *Datasheet: B&K 2245 Sound Level Meter with Noise Partner*. Acessado em jul. 2020. Disponível em: <https://www.bksv.com/-/media/literature/Product-Data/bp0029.ashx>.
3. Brüel & Kjær. *Datasheet: B&K 2245 Sound Level Meter with Exhaust Noise Partner*. Acessado em jul. 2020. Disponível em: <https://www.bksv.com/-/media/literature/Product-Data/bp0032.ashx>.
4. Brüel & Kjær. *Datasheet: B&K 2245 Sound Level Meter with Work Noise Partner*. Acessado em jul. 2020. Disponível em: <https://www.bksv.com/-/media/literature/Product-Data/bp0031.ashx>.
5. Brüel & Kjær. *Datasheet: B&K 2245 Sound Level Meter with Enviro Noise Partner*. Acessado em jul. 2020. Disponível em: <https://www.bksv.com/-/media/literature/Product-Data/bp0030.ashx>.
6. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Standard. *ABNT NBR 10151:2019 - Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral*. [s.n.], 2019 Versão Corrigida: 2020. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=441496>.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Standard. *ABNT NBR 10152:2017 - Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. [s.n.], 2017 Versão Corrigida: 2020. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=441488>.
8. IEC Central Secretary. *IEC 61672-1:2013 - Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications*. Genebra, Suíça, 2013. Edition 2.0. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/publication/5708>.
9. IEC Central Secretary. *IEC 61260-1:2014 - Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications*. Genebra, Suíça, 2014. Edition 1.0. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/publication/5063>.
10. WELMEC European Cooperation in Legal Metrology. Standard. *Software Guide (Measuring Instruments Directive 2014/32/EU1)*. [s.n.], 2014. Disponível em: <https://www.welmec.org/documents/guides/72/>.
11. IEC Central Secretary. *IEC 61094-1:2000 - Measurement microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*. Genebra, Suíça, 2000. Edition 2.0. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/publication/4485>.
12. Brüel & Kjær. *User Manual: Sound Level Meter Type 2245 for use with Microphone Type 4966*. 2019. Disponível em: <https://www.bksv.com/downloads/2245/instruction%20manual/be1910.pdf>.
13. Brüel & Kjær. *Datasheet: Open Interface for B&K 2245*. Acessado em jul. 2020. Disponível em: <https://www.bksv.com/-/media/literature/Product-Data/bp2635.ashx>.

*(Esta página foi deixada intencionalmente em branco.)*

Ranny L. X. N. Michalski   
Universidade de São Paulo  
Rua do Lago, 876  
CEP 05508-080  
São Paulo - SP

(rannym)  
@usp.br

## Primeiro Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro

*O seminário está completamente disponível no YouTube*

**Resumo:** Mapas de ruído são atualmente a principal ferramenta para o diagnóstico da distribuição e quantificação do ruído urbano e, conseqüentemente, para seu gerenciamento e controle. Embora já sejam obrigatórios em vários países, o Brasil ainda está caminhando no assunto. Diante dessa demanda, a Sobrac São Paulo e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo realizaram o “Primeiro Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro”.

### First FAU USP Seminar on Sound Mapping

*Abstract: Noise maps are currently the main tool used for the diagnosis of urban noise distribution and quantification, and consequently, its management and control. Although they are already mandatory in several countries, Brazil is still in the initial phase of this subject. Due to this demand, Sobrac São Paulo and the Faculty of Architecture and Urbanism from the University of São Paulo held the “First FAU USP Seminar on Sound Mapping”.*

Seminário no



(Playlist)

Cartaz chamada



Cartaz programação



(Use o zoom no arquivo PDF para poder observar os detalhes)

### 1. Introdução

O seminário aconteceu no dia 24 de setembro de 2019, em São Paulo, SP, com o objetivo de divulgar a importância dos mapas de ruído para o planejamento urbano de nossas cidades, além de reunir estudantes, pesquisadores e profissionais da área para discutirem sobre o assunto. O evento foi realizado pela FAU USP e pela Sobrac São Paulo, e organizado pelo Laboratório de Conforto, Ergonomia e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da FAU USP (LABAUT), pelo Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da USP (NUTAU) e pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa USP Cidades. A Figura 17 mostra o logotipo do evento.



## I SEMINÁRIO FAU USP SOBRE MAPEAMENTO SONORO

Figura 17: Logo do Primeiro Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro.

Com patrocínios da EMS Brüel & Kjær, da ACOEM group da 01 dB e da GROM Acústica e Vibração, além dos apoios da equipe do Grupo de Conforto Ambiental e do LABAUT da FAU USP, da Sobrac, da ProAcústica, do Instituto de Engenharia e das Seções Técnicas de Produção Editorial e de Audiovisual da FAU USP, o seminário contou com 10 palestras de docentes e pesquisadores conceituados no assunto do Brasil e do Chile. Sua programação foi dividida em palestras, mesas redondas, estudos de caso e pequenas apresentações dos patrocinadores.

## 2. Breve relato

O “Primeiro Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro” teve início às 9h no Auditório Ariosto Mila, da FAU USP. Compuseram a mesa de abertura o vice-diretor da FAU USP, Prof. Dr. Eugenio F. Queiroga, a Professora Livre Docente e Chefe do Departamento de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo da FAU USP, Profa. Dra. Roberta C. K. Mülfarth e a Profa. Dra. Ranny Michalski, idealizadora do evento. O vice-diretor abriu a mesa proferindo algumas palavras a respeito da FAU e do evento, seguido pela Profa. Dra. Roberta, que comentou sobre a importância do conforto ambiental. Por fim, a Profa. Dra. Ranny contou sobre sua iniciativa em realizar o seminário, agradeceu aos participantes, palestrantes, apoiadores e patrocinadores, e abriu o evento convidando a primeira palestrante.

A primeira palestra (Mapa de Ruído: o que é?) foi ministrada pela Profa. Dra. Stelamaris Rolla Bertoli, da Unicamp e presidente da Sobrac. Temas como ruído urbano e dificuldades de sua avaliação foram abordados. A professora falou também sobre as finalidades dos mapas de ruído, explicou a importância da Diretiva Europeia 2002/49/CE, deu exemplos e apresentou informações sobre elaboração de mapas. Por fim, listou a literatura básica sobre o assunto.

A segunda palestra (Mapa de Ruído: estado da arte no Brasil) foi ministrada pela Profa. Dra. Elcione Maria Lobato de Moraes, da UFPA. Ela abordou desde os primeiros estudos sobre ruído de tráfego em 1929 até os estudos atuais de mapeamento sonoro no Brasil.

A terceira palestra (Mapa de Ruído: a lei municipal de São Paulo) foi ministrada pelo Me. Arq. Marcos Holtz, que contou sobre a história da lei municipal que estabelece a elaboração do mapa de ruído de São Paulo.

A quarta palestra (Mapa de Ruído: experiência internacional) foi ministrada pelo Prof. Dr. Enrique Suárez Silva, da Universidad Austral de Chile. Ele apresentou detalhes sobre elaboração de mapas de ruído no Chile e em outros países, como Colômbia, Equador, México e Argentina. Ao final, abordou um tema novo e de muito interesse na área que é a paisagem sonora.

Após as palestras da manhã aconteceu uma sessão de perguntas e debates, com todos os palestrantes no palco, além da professora Ranny atuando como moderadora.

Após o almoço, iniciou-se a segunda parte do evento. A quinta palestra (Mapa de Ruído: como elaborar, dados de entrada e *software*) foi ministrada pelo pesquisador do Laboratório de Conforto Ambiental do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Marcelo de Mello Aquilino, abordando métodos de elaboração de mapas de ruído.

A sexta palestra (Desafios de fazer mapas de ruído de grandes cidades brasileiras) foi ministrada pela Profa. Dra. Bianca Carla Dantas de Araújo, da UFRN, que apresentou tópicos como: escala, base de dados, equipamentos e particularidades, além da experiência dos mapas estudados em Natal.

A sétima palestra (Como uniformizar procedimentos de elaboração de mapas de ruído) foi ministrada pela Profa. Dra. Dinara Xavier da Paixão, da UFSM, que apresentou uma proposta de trabalho para a Comissão de Estudo Especial de Acústica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CEE-196). Uma nova mesa redonda aconteceu ao final das palestras, seguida pelo *coffee break*.

Após o intervalo, na última parte do evento, foram apresentados três estudos de caso, seguidos por uma breve apresentação de cada um dos patrocinadores. O primeiro estudo de caso foi apresentado pela Profa. Dra. Elcione de Moraes e abordou o mapa de ruído da cidade de Belém, seguido por uma apresentação da EMS Brüel & Kjaer sobre o *software* Predictor-LimA, proferida pelo gerente de desenvolvimento de negócios, Rafael Zocatelli. O segundo estudo de caso apresentou resultados de simulação da propagação sonora da Linha 13-Jade, da CPTM, e foi ministrado pela Profa. Maria Luiza Belderrain e pelo engenheiro Rafael Vaidotas, ambos da empresa CLB Engenharia. Seguiu-se uma apresentação do engenheiro Gilberto Fuchs de Jesus, da GROM Acústica e Vibração, sobre o *software* SoundPLAN. O terceiro estudo de caso foi apresentado pela engenheira Priscila Wunderlich, gerente técnica da ProAcústica, e teve como tema o mapa piloto da cidade de São Paulo. A última apresentação do seminário foi feita pelo diretor de negócios da 01dB ACOEM group, Nicolas Isnard, sobre o *software* CadnaA.

### 3. Desdobramento

Após as apresentações, aconteceu uma breve mesa redonda com perguntas e debate, gerando um importante desdobramento do seminário, com a sugestão da criação de um Grupo de Trabalho (GT) sobre o assunto, dentro da Comissão de Estudo Especial de Acústica da ABNT, com o objetivo de reunir esforços para agregar todas as iniciativas de realização de mapas acústicos no Brasil, harmonizando as principais diretrizes e procedimentos. Este desdobramento é um grande passo para uniformizar e harmonizar a elaboração de mapas de ruído em todo o Brasil, assim como para ajudar as cidades a desenvolverem seus próprios mapas.

A fotografia da Figura 18 mostra os palestrantes do evento e as docentes do Grupo de Conforto da FAU USP, Ranny Michalski e Alessandra Shimomura.



**Figura 18:** Palestrantes do seminário e docentes FAU USP: Bianca Araújo, Marcelo Aquilino, Ranny Michalski, Alessandra Shimomura, Maria Luiza Belderrain, Rafael Zocatelli, Elcione de Moraes, Gilberto Fuchs, Stelamaris Bertoli, Dinara Xavier da Paixão, Rafael Vaidotas, Enrique Suárez Silva, Nicolas Isnard e Priscila Wunderlich.

O “Primeiro Seminário FAU USP sobre Mapeamento Sonoro” foi um sucesso, sendo muito bem avaliado posteriormente por seu público, que atingiu cerca de 200 participantes, oriundos de diversas cidades brasileiras. Caso tenha interesse em assistir, o seminário está completamente disponível no [YouTube da FAU USP](#).

