DOI: 10.33054/ABEM20212920

Qualidades acústicas da sala de aula para ensino coletivo de música: uso do programa I-Simpa

Acoustic qualities of the classroom for teaching group music: use of the I-Simpa program

Cualidades acústicas para la clase de música colectiva: uso del programa I-Simpa

Davi Corrêa Bueno
Centro Universitário Adventista de São Paulo
davicorreabueno@gmail.com

Betania Jacob Stange Lopes
Centro Universitário Adventista de São Paulo
betania.stange@ucb.org.br

Resumo: O ensino coletivo de instrumentos musicais vem se expandindo nos últimos anos no Brasil. Apesar disso, nem sempre a sala de aula possui as qualidades acústicas necessárias para o ensino musical, o que prejudica o ensino de música. O objetivo deste trabalho é utilizar um programa de simulação acústica para comparar as propriedades acústicas de diferentes ambientes. A abordagem da pesquisa foi quantitativa do tipo descritiva. Foram realizadas duas simulações utilizando o programa I-Simpa para calcular: o tempo de reverberação; a intensidade sonora durante as aulas; o nível de equilíbrio sonoro entre os alunos. A simulação I demonstrou a importância do tratamento acústico para obter o tempo de reverberação ideal e permitir o equilíbrio entre a sonoridade dos alunos. Essas qualidades acústicas favorecem a percepção auditiva do aluno, podendo facilitar o aprendizado musical. A simulação II evidenciou a necessidade de salas amplas, com pelo menos 26 m³ por aluno, para reduzir a massa sonora em sala de aula e garantir a saúde auditiva do professor e alunos. O *software* I-Simpa é uma ferramenta útil para a compreensão das qualidades acústicas da sala de música.

Palavras-chave: ECIM. Ensino musical. Ambiente de aprendizagem.

Abstract: The group music class has been expanding in recent years in Brazil. Despite this expansion, the classroom does not always have the appropriate acoustic qualities for music teaching. The objective of this work is to use acoustic simulation software to compare the acoustic properties of different environments. The research approach was quantitative and descriptive. Two simulations were performed using the I-Simpa software to calculate: the reverberation time; the sound intensity during classes; the level of sound balance between students. Simulation I demonstrated the importance of acoustic treatment to obtain the ideal reverberation time and allow a balance between the students' sound. These acoustic qualities favor the student's auditory perception and can facilitate musical learning. Simulation II showed the need for large rooms, with at least 26 m³ per student, to reduce the sound mass in the classroom and ensure the hearing health of the teacher and students. The I-Simpa software is a useful tool for understanding the acoustic qualities of the music room.

Keywords: Classroom acoustics. Music education. Group music class.

Resumen: La clase colectiva de instrumento se ha expandido en los últimos años en Brasil. A pesar de ello, el aula no siempre cuenta con las cualidades acústicas necesarias para la enseñanza musical, lo que dificulta el aprendizaje. El objetivo de este trabajo es utilizar un programa de simulación acústica para comparar las propiedades acústicas de diferentes entornos. El enfoque de investigación fue cuantitativo y descriptivo. Se realizaron dos simulaciones utilizando el programa I-Simpa para calcular: el tiempo de reverberación; la intensidad del sonido durante las clases; el nivel de equilibrio de sonido entre los estudiantes. La simulación I demostró la importancia del tratamiento acústico para obtener el tiempo de reverberación ideal y permitir un equilibrio entre el sonido de los estudiantes.

BUENO, Davi Corrêa; LOPES, Betania Jacob Stange. Qualidades acústicas da sala de aula para ensino coletivo de música: uso do programa I-SIMPA. Revista da Abem, v. 29, p. 381-401, 2021.

Estas cualidades acústicas favorecen la percepción auditiva del alumno, lo que puede facilitar el aprendizaje musical. La simulation II destacó la necesidad de salas grandes, con al menos 26 m³ por alumno, para reducir la masa sonora en el aula y garantizar la salud auditiva de profesores y alumnos. El *software* I-Simpa es una herramienta útil para comprender las cualidades acústicas de la sala de música.

Palabras clave: Violin. Educación musical. Ambiente de aprendizaje.

Introdução

O ensino coletivo de instrumentos musicais (ECIM) pode apresentar diversas características positivas para o desenvolvimento musical e social. Cruvinel (2003, p. 52), Souza (2016, p. 29) e Barbosa (1996, p. 40) destacam: a interação e cooperação entre os alunos, estimulando a sociabilidade e a desinibição; a sonoridade mais agradável em grupo; a possibilidade de trabalhar diversas texturas musicais; e a otimização dos recursos humanos e econômicos.

As escolas especializadas no ECIM, no Brasil, vêm sendo fortalecidas a partir da segunda metade do século XX, e nas últimas décadas têm se disseminado por todo território nacional, como resultado de propostas metodológicas específicas e projetos socioculturais (Paziani, 2016; Tourinho, 2003, p. 51). Em 2018, o projeto Brasil de Tuhu[1] iniciou um mapeamento a respeito do ensino musical no Brasil, e, por meio do contato com 247 projetos de educação musical, foi identificado que 46% deles foram criados nos últimos oito anos (Brasil de Tuhu, [2018]).

O ensino coletivo de instrumentos musicais é importante por possibilitar que cidadãos tenham acesso a formação musical (Cruvinel, 2009, p. 73). Além desse elemento destacado, Cruvinel apresenta a relevância das estratégias de aprendizagem para que o ECIM seja eficiente. Essa ideia foi ratificada e ampliada no estudo realizado por Bueno (2020, p. 109), que concluiu, a partir de entrevistas realizadas com professores de ensino coletivo de instrumentos musicais, que a efetividade do ensino depende da qualidade das estruturas pedagógicas e das estruturas físicas. Um dos entrevistados evidenciou o seu problema com a reverberação em sala ao afirmar: "A gente acaba perdendo muito tempo organizando um som [...] A gente deveria ter uma sala adequada [...]" (Bueno, 2020, p. 71).

A literatura relacionada ao aprendizado e execução musical apresenta três aspectos acústicos que fazem parte do processo; são eles: (a) o tempo de reverberação (Carboni, 2012, p. 49; Rocha, 2010, p. 42; Wenger, 2004, p. 13); (b) o excesso sonoro gerado por instrumentos musicais, que pode provocar perdas auditivas (Lüders; Gonçalves; Lacerda; Schettini; Silva; Albizu; Marques, 2016, p. 2; Mendes; Morata; Marques, 2007, p. 786; Zivkovic; Pityn, 2004, p. 84); (c) a importância do equilíbrio sonoro entre os instrumentos para que os músicos toquem bem (Deninzon, 2012, p. 13; Rogers, 2012, p. 7; Wenger, 2010, p. 31).

[1] Brasil de Tuhu é um programa que promove a educação musical no Brasil.

Nas pesquisas anteriormente citadas são apresentadas as qualidades acústicas ideais da sala de aula, entretanto não há uma sugestão de quantidade de espumas acústicas e de difusores necessários para obter essas condições acústicas. Por exemplo, em relação ao excesso sonoro dentro de sala de aula, a empresa Wenger (2010, p. 31, 37) afirma que esse problema pode ser amenizado por meio de tratamento acústico e de salas mais amplas. Porém, não é possível saber quantos *decibéis* uma sala mais ampla consegue reduzir do excesso sonoro, tampouco é possível saber quanto de tratamento acústico é necessário para reduzir tal excesso. Uma vez que a empresa não apresenta dados quantitativos, fica difícil saber com precisão o que deve ser feito para melhorar a acústica da sala.

Sabendo que as qualidades acústicas podem interferir na aprendizagem durante as aulas de ECIM, surge então o questionamento: como mensurar as qualidades acústicas de uma sala para ensino coletivo de música? A fim de responder a essa questão nos propusemos a utilizar um programa de simulação acústica para comparar essas qualidades em diferentes ambientes. Assim, os dados obtidos pela presente pesquisa poderão servir de referência para aqueles que pretendem melhorar a qualidade acústica da sala de aula, preenchendo a lacuna dos atuais referenciais teóricos existentes sobre o assunto.

Sala de aula e o aprendizado musical

Um ambiente com qualidades acústicas desfavoráveis[2] pode trazer prejuízos à percepção do músico, o que torna mais complexo manter o ritmo, timbre, dinâmica, afinação e pulsação (Deninzon, 2012, p. 13; Rogers, 2012, p. 9). A sala de aula deve permitir que o aluno ouça os harmônicos produzidos pelo seu instrumento e que isole o ruído externo (Rocha, 2010, p 81; Wenger, 2010, p. 30; Ying, 2012, p. 19). Em pesquisa realizada por Rocha (2010, p. 118), os professores entrevistados declararam que o ambiente pode prejudicar a afinação, concentração, tranquilidade, trabalho da sonoridade, rendimento, expressão melódica e as aulas podem ficar mais cansativas em acústicas desfavoráveis.

Carboni (2012, p. 5) destaca a eficácia da audição para o aprendizado musical e compara o ensino de música em um ambiente com acústica desfavorável ao ensino de desenho em uma sala escura ou mal iluminada. Como os estudantes de música e músicos principiantes ainda não desenvolveram a habilidade de se adaptarem às deficiências do ambiente, acabam sendo prejudicados por isso (McCue; Talaske, 1990, *apud* Carboni, 2012, p. 1).

Mesmo os músicos profissionais que já desenvolveram alguma habilidade de adaptarem-se a certas dificuldades acústicas do ambiente podem ter sua performance prejudicada. Rocha (2010, p. 16) comenta que o famoso violoncelista Mstislav Rostropovich, ao longo de sua carreira, se apresentou em diversos palcos e, por conta das experiências vividas, afirmou que uma boa

[2] Qualidades acústicas desfavoráveis: excesso de reverberação, intensidade sonora que prejudique a saúde auditiva e problema de dispersão sonora que impede ouvir os outros instrumentos com clareza.

sala de concerto é tão importante quanto um bom instrumento. Essa afirmação mostra a importância de a sala de concerto ter uma acústica adequada para a música.

Tempo de reverberação

Ambientes com muita reverberação tendem a tornar o som confuso, podendo prejudicar o aprendizado musical, o que ocorre porque novos sons emitidos se juntam com o som que está reverberando no ambiente (Menezes, 2003, p. 185). O tempo de reverberação (*reverberation time* ou RT) pode ser definido como o tempo necessário para o som decair 60 dB(A);[3] após isso o som praticamente já não é mais percebido (Carboni, 2012, p. 39; Menezes, 2003, p. 185). Por exemplo: Se o som inicial possui 100 dB(A) de potência, ele praticamente deixa de ser percebido ao decair para 40 dB(A)

É importante que uma sala de ensaio tenha um som claro e definido, facilitando que os músicos percebam melhor as falhas. Um ambiente com muita reverberação, como uma sala de concerto, pode trazer mais satisfação auditiva, mas pode fazer que os alunos não percebam seus erros (Geerdes, 1991 *apud* Carboni, 2012, p. 37). Alunos que ainda são inexperientes e não têm boa descriminação auditiva tendem a progredir mais rápido em ambientes com menos reverberação e que tenham boa difusão sonora (McCue e Talaske, 1990 *apud* Carboni, 2012, p. 37). De acordo com Patrão (2010, p. 31), uma sala com mais reverberação dá mais vida e confiança aos cantores, já uma sala mais seca aumenta a clareza e a precisão deles, e pode-se tirar as mesmas conclusões para salas de ensaio para bandas e orquestra.

Outro motivo para se ter uma sala de aula com menos reverberação é o da necessidade de ter que fazer explicações verbais durante os ensaios. Em uma sala muito reverberante, durante a explicação do professor, várias sílabas se sobrepõem, tornando o discurso incompreensível (Andrade; Saggin; Nakata, 2013, p. 12; Fernandes, 2006; Rocha, 2010, p. 20).

Apesar da importância do tempo de reverberação, há divergência sobre qual seria a duração ideal desse tempo. A empresa Wenger (2004, p. 13) recomenda que as salas de ensaio para banda e orquestra tenham reverberação entre 0,8 e 1 segundo, enquanto salas para coral devem ter até 1,3 segundo. Rocha (2010, p. 42) compilou uma tabela com a opinião de diversos autores sobre salas de ensaio para bandas e orquestra. As opiniões desses autores expressam durações que vão de 0,4 a 2,3 segundos de tempo de reverberação.

As divergências podem ocorrer por fatores como o tipo de repertório trabalhado e qual instrumento que os alunos estão aprendendo a tocar. O repertório pode influenciar na escolha do tempo de reverberação de uma sala. A *Toccata e fuga* em Ré menor de Bach foi composta para um ambiente com muita reverberação, as longas pausas dos primeiros compassos são

[3] dB(A): os sons mais graves são percebidos com menor intensidade pelo ouvido humano. Por isso, os equipamentos de medição sonora são ajustados para calcular como o som é percebido pelas pessoas. As normas internacionais utilizam o nível de Compensação A ou, simplesmente, dB(A) (Saliba, 2021, p. 21-23).

preenchidas por essa reverberação, fazendo sentido nesse ambiente, mas soam estranho em uma sala mais seca (Carboni, 2012, p. 26).

Por fim, o instrumento também pode interferir na escolha do tempo de reverberação ideal para a sala de música. Alguns instrumentos são menos potentes e têm um som naturalmente mais seco, por isso o seu som não se torna confuso mesmo em ambientes com uma reverberação mais alta. Por outro lado, um ambiente mais reverberante pode sobrepor muitos sons quando tocado por um instrumento mais potente e que produza um som mais *legato*.

Como esses fatores podem interferir na preferência pela reverberação da sala, uma opção é criar estratégias para poder alterar com certa facilidade essa reverberação, como o uso de cortinas que podem ser abertas ou fechadas facilmente, ou a remoção de painéis que ocultem elementos absorvedores, o que pode ser uma saída simples e efetiva (Carboni, 2012, p. 77). A Sala São Paulo, por exemplo, possui o forro móvel, sendo possível elevá-lo ou abaixá-lo com a finalidade de controlar o tempo de reverberação de acordo com o repertório a ser executado (Nepomucemo, [2020]). A existência de um projeto acústico complexo como esse demonstra como o tempo de reverberação é importante e deve ser adequado para cada estilo musical. Entretanto, é evidente que essa tecnologia está fora da realidade prática de uso em salas de aula. Para salas de aulas é mais palpável utilizar a estratégia de cortinas e painéis móveis, como mencionado por Carboni (2012, p. 60).

Problemas com excesso sonoro

Ambientes com excesso sonoro podem ser estressantes para professores e alunos e, também, podem trazer prejuízos permanentes a audição deles (Wenger, 2004, p. 10, 2010, p. 19). É importante que a sala de ensaio possua espaço suficiente para ser capaz de dissipar ou absorver adequadamente o som da orquestra, em salas pequenas o nível sonoro pode ser insalubre (Rocha, 2010, p. 52; Wenger, 2010, p. 19). De acordo com Ying (2012, p. 20) a sala de aula deve garantir pelo menos 1,5 m² para cada aluno ter espaço para movimentar o arco. Wenger (2004, p. 20) aconselha que haja de 2,7 m² a 3,2 m² por músico.

No trabalho de Zivkovic e Pityn (2004, p. 85), foi medida a exposição sonora de seis professores, durante as aulas de música. Cinco desses professores estavam expostos a mais do que 90 dB(A). Lüders, Gonçalves, Lacerda, Schettini, Silva, Albizu e Marques (2016, p. 3) demonstraram que, na Orquestra Sinfônica do Paraná, o nível sonoro médio integrado dos violinos e trompas foi de 104 dB(A). No trabalho de Mendes, Morata e Marques (2007, p. 788), registrou-se a exposição sonora dos músicos da Banda Municipal de Indaial; a exposição média do maestro foi de 103,6 dB(A).

O Quadro 1 indica qual tempo máximo cada um desses trabalhadores poderia ficar exposto ao som seguindo as regras da Norma Regulamentadora 15 – NR15 (Brasil, 1978).

Intensidade sonora	Fonte	Tempo máximo de exposição segundo a NR15
84,9 dB(A)	Zivkovic e Pityn	8 horas
90,2 dB(A)	Zivkovic e Pityn	4 horas
91,1 dB(A)	Zivkovic e Pityn	3 horas e 30 minutos
91,5 dB(A)	Zivkovic e Pityn	3 horas e 30 minutos
93,1 dB(A)	Zivkovic e Pityn	2 horas e 40 minutos
97,8 dB(A)	Zivkovic e Pityn	1 hora e 15 minutos
103,6 dB(A)	Mendes, Morata e Marques	35 minutos
104 dB(A)	Lüders, Gonçalves, Lacerda, Schettini, Silva, Albizu e Marques	35 minutos

Quadro 1: Tempo máximo diário que o professor poderia trabalhar de acordo com a intensidade sonora.
Fonte: Zivkovic e Pityn (2004, p. 85); Mendes, Morata e Marques (2007, p. 788), Lüders, Gonçalves, Lacerda, Schettini, Silva, Albizu e Marques (2016, p. 3) e Brasil (1978).

Percebe-se que a falta de tratamento acústico pode trazer prejuízos à qualidade de vida do professor, provocando problemas auditivos permanentes. O Quadro 1 demonstra que os sons em sala de aula ou em ensaios de orquestra podem ser intensos. A maior parte dos professores ou músicos não poderiam sequer lecionar 4 horas de aula no mesmo dia.

A sonoridade dentro de uma sala de aula pode variar porque alguns alunos tocam mais forte que outros e porque existem diversas marcas e modelos de violinos, e cada um desses instrumentos pode apresentar diferentes capacidades sonoras. A potência sonora do instrumento pode variar por conta de seu formato, espessura e tipo de madeira utilizada, ajustes de cavalete, tipo de verniz, entre outros fatores.

Devido a essa variedade de instrumentos, há uma diversidade de informações sobre a potência de um violino. O Quadro 2 indica a potência do violino de acordo com diferentes autores.

Potência do violino	Fonte
80 dB(A) a 90 dB(A)	Berkley
82 dB(A) a 92 dB(A)	Eastern Kentucky Univesity
Em média 84 dB(A)	Grillo e Baptista
87 dB(A) a 97 dB(A)	Beament

Quadro 2: Potência sonora do violino.
Fonte: Berkley (2009, p. 242), Eastern Kentucky Univesity ([2020]), Grillo e Baptista (2012, p. 10), Beament (1997, p. 148).

Equilíbrio sonoro entre os instrumentos

Uma sala tratada corretamente com painéis sonoros e difusores proporciona um ambiente acusticamente balanceado, sendo possível ouvir adequadamente todo espectro sonoro (Wenger, 2010, p. 31). Nesse ambiente os músicos conseguem se ouvir e ouvir os colegas e, por fim, o regente ouve com mais precisão o grupo (Wenger, 2010, p. 31). A estrutura da sala também pode afetar a propagação do som. Rocha (2010, p. 48) alerta que tetos curvos e paredes côncavas podem concentrar o som em um único ponto, deixando outras pessoas incapazes de se ouvir.

Deninzon (2012, p. 13) conta suas experiências ao tocar em ambientes em que os sons dos demais músicos se sobressaem, dificultando ouvir o próprio instrumento. O resultado é que é difícil manter a correta afinação, dinâmica e timbre (Deninzon, 2012, p. 13). De acordo com Rogers (2012, p. 7), em uma banda é essencial que os músicos consigam se ouvir para manter a afinação, pulsação e ritmo. Há casos, por exemplo, em que o cantor não consegue se ouvir bem porque a potência sonora de outros instrumentos se sobrepõe ao som da sua voz. Por isso, é importante o uso do retorno para os músicos sempre que eles tiverem dificuldades em se ouvir adequadamente, seja durante uma apresentação ou ensaio.

Para o ouvido humano uma diferença de 3 dB(A) é quase imperceptível, 5 dB(A) é algo notável e 10 dB(A) é percebido como o dobro do som (ABD Engineering and Design, [2008]; Baxter, 2013, p. 63; Modular Walls Systems, 2016, p. 1).

A Resolução nº 02 do Conselho Nacional de Educação, publicada no *Diário Oficial da União* (DOU) de 10 de maio de 2016, evidencia a necessidade de que as aulas de música ocorram em um local que favoreça o aprendizado musical. O inciso VIII do segundo parágrafo do artigo 1º afirma que compete às secretarias de educação "cuidar do planejamento arquitetônico das escolas de modo que disponham de instalações adequadas ao ensino de Música, inclusive condições acústicas, bem como do investimento necessário para a aquisição e manutenção de equipamentos e instrumentos musicais" (Brasil, 2016, p. 42).

Método

A pesquisa relatada neste artigo fez uso da abordagem quantitativa. Esse tipo de abordagem "[...] se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis" (Fonseca, 2002, p. 20). A pesquisa utilizou simulações computacionais para observar como as dimensões de sala de aula e a quantidade de tratamento acústico afetam o tempo de reverberação e a intensidade sonora durante o período de aula.

Esta é uma pesquisa do tipo descritiva, que, segundo Gil (2017, p. 26, 27), tem como objetivo a descrição de determinado fenômeno ou a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis. Aqui será observado se o tempo de reverberação (fenômeno) e excesso sonoro (fenômeno) poderão ser reduzidos com o uso de absorventes acústicos.

Por meio dos levantamentos bibliográficos foi possível encontrar as diferentes opiniões a respeito da acústica de sala de aula de música e acerca das dimensões que a sala de aula precisa ter. Com base nesses dados foram criados modelos virtuais de salas de aula simulando as diferentes dimensões indicadas pela bibliografia e observando as propriedades acústicas de cada uma dessas salas. Os dados coletados por meio das simulações foram tabulados e foi possível determinar qual estrutura de sala de aula proporciona qualidades acústicas consideradas ideais ao compará-los com os dados do levantamento bibliográfico.

Instrumentos utilizados

Software I-Simpa: esse programa realiza simulações de propagação sonora em ambientes geométricos complexos (cf. I-Simpa, 2020). Ele foi criado para gerar modelos de comportamento acústico que se aproximam da propagação sonora no mundo real. Esse tipo de simulador permite observar quais mudanças acústicas ocorrem em um ambiente ao se utilizar diferentes tratamentos acústicos.

Inicialmente o I-Simpa foi desenvolvido como uma ferramenta para uso em pesquisas sobre a propagação do som em áreas urbanas ou em edifícios. O desenvolvimento desse programa foi iniciado durante projetos de pesquisa, alguns deles financiados pela Agência Francesa de Gestão do Meio Ambiente e Energia (Ademe) e envolveu outros parceiros de pesquisa, como a Universidade de La Rochelle, o Instituto Pprime, Cerema e o Instituto Francês de Ciências e Tecnologia para Transporte, Desenvolvimento e Redes (cf. I-Simpa, 2020).

Na presente pesquisa o *software* I-Simpa foi utilizado com a intenção de observar a acústica de diferentes ambientes e quantidades de tratamento acústico. Por meio da simulação, foi possível obter informações a respeito do tempo de reverberação, da intensidade sonora dentro da sala de aula e do equilíbrio sonoro entre os músicos.

Configurações usadas no software

Inicialmente, foram criados dois modelos virtuais de sala de aula. Um deles foi desenhado para observar as condições acústicas de uma sala de aula que possui cerca de 1,5 m² por aluno, como indicado por Ying (2012, p. 20). O outro modelo virtual foi criado para proporcionar 3,15 m² por aluno e também foi projetado para ter um teto mais alto, como indicado em Wenger (2004, p. 20).

Essas simulações possibilitaram observar quais qualidades acústicas são afetadas pelas dimensões das salas de aulas e comparar as diferenças acústicas entre a sala de aula que Ying (2012) e Wenger (2004) propuseram.

O desenho 3D da sala foi feito no programa Wings 3D, em seguida foi exportado para que o I-Simpa realizasse as simulações acústicas. Dentro do programa foram adicionadas 12 fontes sonoras com a intenção de simular a potência sonora gerada por uma classe de 12 alunos de violino.

Dados utilizados

	Largura	**Profundidade**	**Altura**	**Quantidade de alunos**	**Espaço por aluno**
Sala menor	5 m	4 m	2,8 m	12 alunos	1,66 m²
Sala maior	6,3 m	6 m	3,5 m	12 alunos	3,15 m²

Quadro 3: Dimensões das salas simuladas.

Disposição dos alunos e do professor

Para observar se a potência sonora dentro de sala de aula estava adequada, o programa foi configurado para calcular a potência sonora que o professor recebe em aula, supondo que ele fique posicionado a um metro de distância dos alunos. A Figura 1 demonstra a configuração básica do programa antes de realizar as simulações. Demonstra-se a simulação da posição da mão dos alunos ao tocar o instrumento (em vermelho), do professor (em verde) e o tamanho da janela (em violeta) da sala que teve sua acústica simulada.

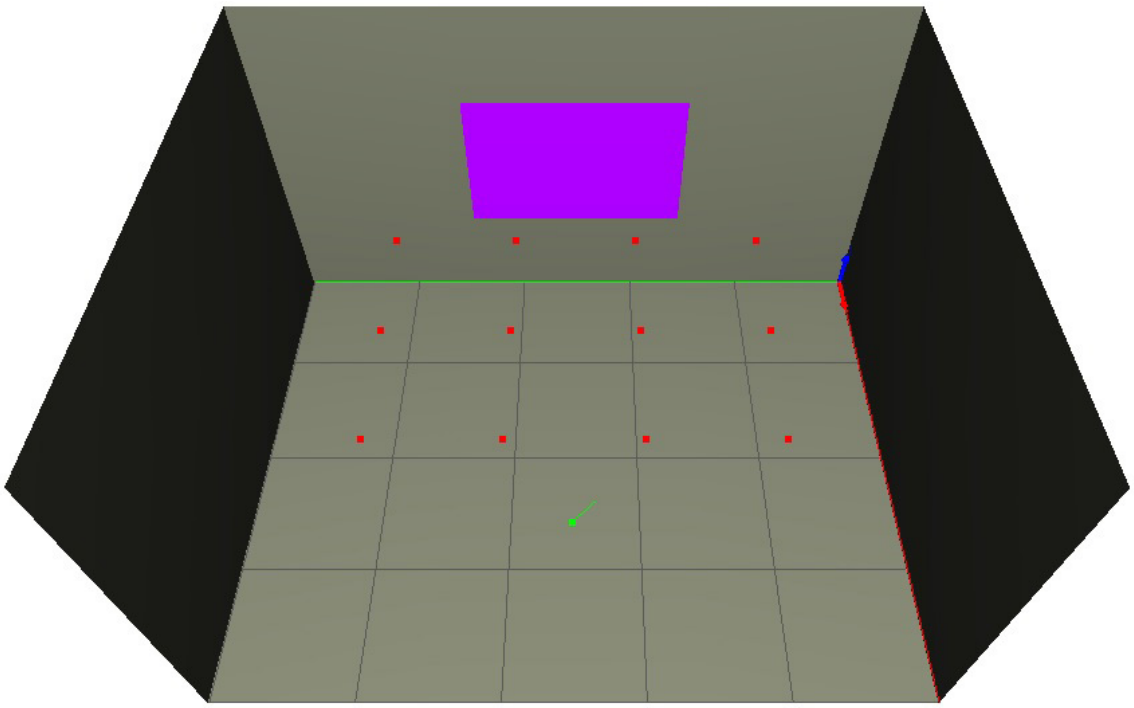

Figura 1: Programa I-Simpa demonstrando a sala simulada.
Fonte: elaboração própria.

Cada uma das salas modeladas virtualmente foi testada com diferentes tipos de tratamento acústico, para averiguar qual tratamento proporcionava melhores condições acústicas. Assim, as salas foram testadas nas seguintes condições:

- Sem tratamento acústico
- Tratamento acústico com 15,6 m² de espuma acústica
- Tratamento acústico com 20 m² de forro acústico
- Tratamento acústico com 15,6 m² de espuma acústica e 20 m² de forro acústico

Coeficientes de absorção acústica

Cada material tem capacidades distintas de absorver o som. Um material mais macio absorve mais o som do que um material mais rígido. Por isso só é possível simular um ambiente quando se tem a informação do coeficiente de absorção acústica de cada material. Assim sendo, foram utilizados os seguintes dados:

Material	**Frequência (Hz)**						**Fonte**
	125	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	
Janela aberta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	ABNT
Reboco liso	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	ABNT
Superficie de concreto	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07	ABNT
Espuma acústica Sonique 20C	0,03	0,13	0,32	0,50	0,49	0,53	Vibrasom
Forro Ecoline 40	0,48	0,81	0,97	0,93	1,00	1,00	Vibrasom

Quadro 4: Coeficiente de absorção acústica dos materiais simulados.
Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987) e Vibrasom Tecnologia Acústica (2020).

Potência sonora dos instrumentos

Para as simulações da presente pesquisa, foi considerado que a potência do violino é a média dos valores apresentados no Quadro 2. Como a unidade dB (decibel) é uma escala logarítmica, utilizou-se a calculadora do site https://www.cesva.com/pt/apoio/calculadora-de-db/ para obter a média dos valores apresentados. Assim, foi considerado que o violino tem potência de 90,4 dB(A).

As simulações verificaram se ambientes com dimensões distintas proporcionam ganhos significativos para a saúde auditiva e se um tratamento acústico consegue garantir as qualidades adequadas mesmo em salas pequenas.

Resultados das simulações

As simulações foram realizadas com a finalidade de obter dados a respeito do equilíbrio sonoro entre os músicos da orquestra, da intensidade sonora a que o professor fica exposto durante as aulas e o tempo de reverberação dentro de sala de aula.

Para identificar o equilíbrio sonoro foi comparada a intensidade do som produzido pelo aluno em relação ao som dos demais instrumentistas. Foi considerado como som equilibrado aquele que apresentou até 3 dB(A) de diferença. Foi considerado como aceitável até 5 dB(A) de diferença e inaceitável qualquer valor acima disso. Na simulação cada instrumento produz 90,4 dB(A) de potência, assim o som foi considerado equilibrado quando a soma dos demais instrumentistas estivesse entre 87,4 dB(A) e 93,4 dB(A).

Simulação I

Para realizar a simulação no I-Simpa, primeiro foi criado o modelo virtual da sala de aula. Posteriormente foram acrescentadas 12 fontes sonoras virtuais que serviram para simular o som dos alunos tocando durante as aulas.

Como o modelo virtual de sala de aula e as fontes sonoras simuladas são ambos perfeitamente simétricos, optou-se por coletar os dados de apenas seis posições, isso porque os dados dos demais pontos seriam idênticos por conta dessa simetria. A Figura 2 demonstra cada um dos seis pontos cuja intensidade sonora foi calculada pelo programa para observar se a sala proporcionaria um som equilibrado.

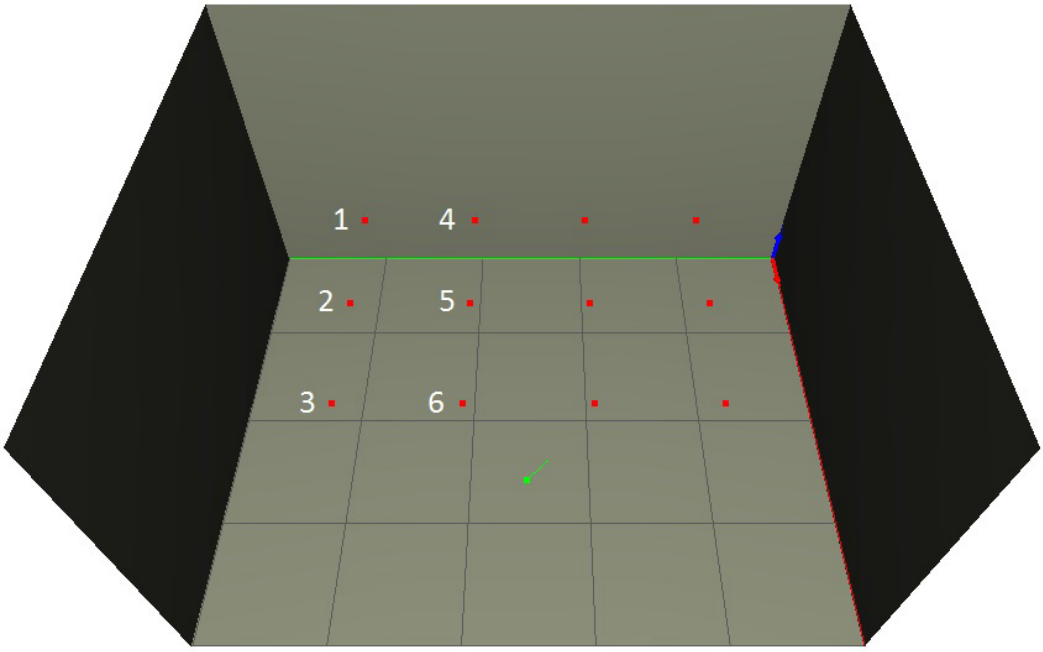

Figura 2: Simulação da potência sonora recebida em cada aluno.

Os valores obtidos, por meio das simulações, foram tabulados. Em seguida foram comparados com os valores considerados ideais apresentados a partir do conteúdo presente na fundamentação teórica. O Quadro 5 demonstra a intensidade sonora a que os alunos estariam submetidos durante as aulas nos pontos 1 a 6.

	Tratamento acústico	**dB(A)**					
		Aluno 1	**Aluno 2**	**Aluno 3**	**Aluno 4**	**Aluno 5**	**Aluno 6**
Sala menor 4 m × 5 m × 2,8 m	Nenhum	95,7	95,6	95,4	95,1	95,6	95,5
	Espuma acústica 15,6 m²	93,2	93,1	92,8	92,7	93,2	93
	Forro acústico 20 m²	90,8	90,5	90,0	90,1	90,9	90,4
	Espuma e forro	89,7	89,5	88,8	89,3	90,0	89,3
Sala maior 6 m × 6,3 m × 3,5 m	Nenhum	93,7	93,5	93,2	93,2	93,7	93,4
	Espuma acústica 15,6 m²	92,1	91,9	91,5	91,7	92,2	91,8
	Forro acústico 20 m²	90,7	90,5	89,9	90,4	90,9	90,4
	Espuma e forro	89,9	89,6	88,9	89,6	90,2	89,6

Quadro 5: Intensidade sonora a que os alunos estão expostos durante as aulas. Verde: equilíbrio sonoro dentro do ideal; preto: equilíbrio sonoro aceitável; vermelho: falta equilíbrio sonoro.

De acordo com os dados, a sala menor sem tratamento acústico não proporciona um equilíbrio sonoro entre os alunos. Através desses dados da simulação é possível prever que em sala real similar os alunos posicionados nos pontos 1, 2, 3, 5 e 6 poderão ter dificuldades em ouvir adequadamente o som do próprio instrumento, uma vez que a sonoridade dos demais instrumentos se sobressai em relação a ele. As duas salas conseguiram atingir o equilíbrio sonoro esperado após a inserção de algum tipo de tratamento acústico.

Em seguida foi tabulada a intensidade sonora a que o professor fica exposto durante as aulas e o tempo de reverberação. Foi considerada ideal a exposição sonora de até 85 dB(A) porque a NR 15 indica que o trabalhador pode se submeter a essa intensidade sonora por 8 horas diárias. O tempo de reverberação considerado ideal foi de 0,67 a 1,2 segundos porque esses valores correspondem à média das opiniões dos autores apresentados por Rocha (2010, p. 40) e Wenger (2004, p. 13).

Os tempos de reverberação foram calculados pelo programa por meio da fórmula de Eyring.[4] O Quadro 6 mostra os dados dessas simulações.

	Tratamento acústico	Exposição sonora (dB(A))	Máximo de exposição diária*	Reverberação (segundos)
Sala menor 4 m × 5 m × 2,8 m	Nenhum	95,18	2 horas	2,09
	Espuma acústica 15,6m²	92,21	3 horas	0,97
	Forro acústico 20m²	89,38	4 horas e 30 minutos	0,34
	Espuma e forro	87,40	6 horas	0,27
Sala maior 6 m × 6,3 m × 3,5 m	Nenhum	92,92	3 horas	3,49
	Espuma acústica 15,6 m²	90,97	4 horas	1,94
	Forro acústico 20 m²	89,09	4 horas e 30 minutos	0,79
	Espuma e forro	87,92	6 horas	0,65

Quadro 6: Exposição sonora e tempo de reverberação.

* Tempo máximo por dia que um trabalhador pode ficar exposto a essa intensidade sonora, de acordo com Norma Regulamentadora – NR 15. Verde: ideal; vermelho: não recomendável.

A sala maior e a sala menor quando estão sem tratamento acústico apresentaram tempo de reverberação (TR) acima do ideal. Entretanto, por meio do uso de tratamento acústico, foi possível atingir o TR ideal nas duas salas.

As duas salas apresentaram intensidade sonora acima do ideal. Ao comparar a intensidade sonora das duas salas quando estão sem tratamento acústico é possível notar uma diferença de 2,26 dB(A) entre elas. Apesar disso, essa diferença diminui quando se utiliza a mesma quantidade de tratamento acústico nas duas salas.

É importante ficar atento à intensidade sonora dentro de sala de aula para evitar que professores e alunos sofram com danos auditivos. A Norma Regulamentadora 15 (NR 15) estabelece regras a serem seguidas para garantir a saúde do trabalhador. De acordo com ela, um trabalhador pode ficar exposto a sons de 95 dB(A) por até 2 horas diárias. De acordo com a simulação, a menor sala sem tratamento acústico possui essa intensidade sonora. Portanto, nessas condições, a carga horária de trabalho do professor fica limitada, podendo realizar até 2 horas de aula no mesmo dia.

[4] Fórmula de Eyring: o tempo de reverberação de um ambiente é proporcional ao seu volume (em m³) e inversamente proporcional a área total das superfícies existentes no recinto e inversamente proporcional ao coeficiente médio ponderado de absorção sonora (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992).

Ao utilizar 15,6 m² de espuma acústica e 20 m² de forro acústico, a intensidade sonora diminuiu consideravelmente, ficando aproximadamente a 87 dB(A) nas duas salas, o que permite que o professor dê até 6 horas de aula por dia, resultando em uma melhora significativa das condições ambientais.

Quanto mais tratamento acústico, maior será o benefício para a saúde auditiva do professor. Por outro lado, há um limite de tratamento acústico para que a sonoridade da sala não fique demasiadamente seca, ou seja, não fique com um tempo de reverberação abaixo do indicado. A fórmula de Eyring indica que o tempo de reverberação da sala é diretamente proporcional às suas dimensões, em metros cúbicos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992, p. 3). Por isso salas maiores permitem maior quantidade de absorvente sonoro, possibilitando maior saúde auditiva ao mesmo tempo que mantêm o tempo de reverberação ideal.

Mesmo a sala maior não foi capaz de absorver o som a ponto de manter a intensidade sonora até 85 db(A). Por isso foi planejado realizar novas simulações, utilizando as informações dos autores Tennhardt e Winkler (1994, p. 246), que afirmam que há salas de ensaio que possuem espaço de 25 m³ a 30 m³ por músico, e outras salas ainda maiores, com até 50 m³ por músico.

A maior sala, anteriormente simulada com 12 alunos, possui 132,3 m³, resultando em 11,025 m³ por músico, valor abaixo do citado por Tennhardt e Winkler (1994, p. 246).

Simulação II

Foram feitas duas novas simulações. Uma com 5 alunos e outra com 3 alunos resultando respectivamente em 26,46 m³ e 44,1 m³ por aluno. As duas simulações utilizaram 20 m² de forro acústico e reduziram a espuma acústica para 13,68 m². Essa foi a maior quantidade de absorvente acústico possível para manter o tempo de reverberação dentro do ideal.

	Tratamento acústico	**Alunos**	**m³ por aluno**	**Exposição sonora (dB(A))**	**Reverberação (segundos)**
Sala de 6 m × 6,3 m × 3,5 m	20 m² de forro acústico e 13,68 m² de espuma acústica	5	26,46	85,13	0,67
		3	44,1	83,37	0,67

Quadro 7: Condições acústicas de salas mais amplas.

A sala contendo 26,46 m³ por aluno teve um resultado muito próximo do considerado ideal. Já a sala com 44,1 m³ por aluno obteve resultado melhor que necessário.

As simulações realizadas podem servir de guia para realizar melhorias nas estruturas físicas de salas de música de acordo com os objetivos do projeto e realidade local. Foi observado que a potência sonora dentro de sala de aula tem relação com o número de alunos por metro cúbico. O Quadro 8 demonstra qual o melhor resultado acústico obtido em cada um dos ambientes simulados.

m^3 por aluno	**Tratamento acústico**	**Exposição sonora (dB(A))**	**Máximo de exposição diária**	**Reverberação (segundos)**
4,7	Espuma acústica 15,6 m²	92,21	3 horas	0,97
11	Forro acústico 20 m²	89,09	4 horas e 30 minutos	0,79
26,46	20 m² de forro acústico e 13,68 m² de espuma acústica	85,13	7 horas	0,67
44,1	20m² de forro acústico e 13,68 m² de espuma acústica	83,37	8 horas	0,67

Quadro 8: Melhor resultado acústico de acordo com o tamanho do ambiente.

É importante evidenciar que existem diversos tipos de espuma acústica e de forro acústico. Cada marca e modelo apresenta diferente índice de coeficiente de absorção próprio. Quanto maior esse índice, mais som é absorvido pelo material. Por isso é possível substituir um material pelo outro desde que apresentem índices de absorção acústica semelhantes.

Como é possível fazer a substituição dos materiais, também é possível escolher o melhor material pela facilidade de instalação. Em salas que já possuem forros convencionais do tipo lay-in será possível verificar quais modelos de forro acústico que se encaixam nesse sistema de forro, o que facilita substituir parte do forro atual por um forro acústico.

Considerações finais

O programa I-Simpa é capaz de simular as condições acústicas do ambiente demonstrando qual é o tempo de reverberação e a potência sonora dentro desse ambiente. É possível realizar testes com diversos tipos de tratamento acústico para observar qual deles apresentará o melhor resultado de acordo com cada necessidade. Assim, as simulações podem ajudar na compreensão de quais propriedades acústicas precisam de melhorias e quais tratamentos acústicos deverão ser aplicados.

As simulações apresentadas neste artigo demonstraram que o tratamento acústico traz melhorias significativas para a sala de música. Ele permite controlar o nível de reverberação do ambiente e coopera para que o aluno consiga ouvir com mais nitidez o som do próprio instrumento. Essas melhorias na acústica da sala podem trazer benefícios para o aprendizado de afinação, timbre e ajustes mais precisos de ritmo. Por meio do tratamento acústico foi possível obter as qualidades ideais de reverberação e de equilíbrio sonoro nas duas salas simuladas, independentemente das suas dimensões. Assim sendo, é recomendado que todas as salas de aula possuam algum tipo de tratamento acústico.

As simulações realizadas também apontaram para o problema do excesso sonoro dentro de sala de aula, o que pode causar danos auditivos. Foi demonstrado que o tratamento acústico tem capacidade de reduzir esse problema. Entretanto, quanto menor o ambiente, menos tratamento acústico poderá ser usado, o que limita a possibilidade de absorver o excesso sonoro.

Para garantir a saúde auditiva do professor, é preciso que as instituições que trabalham com música conheçam e sigam a Norma Regulamentadora 15 (NR 15). A norma estabelece que o tempo máximo que o trabalhador pode ficar exposto ao som varia conforme a intensidade sonora de cada local. Se não for possível obter uma sala com as dimensões adequadas, será necessário analisar algumas possibilidades para evitar que o professor fique exposto a excesso sonoro além do permitido. É indicado:

- Reduzir a carga horária diária de aula de acordo com a intensidade sonora da sala de aula.
- Verificar a possibilidade de utilizar mais tratamento acústico, mesmo que a sala fique com um som mais seco que o ideal.
- Diminuir a quantidade de alunos em sala de aula.
- Utilizar protetores auditivos.
- Realizar algumas atividades em aula que não precisem tocar o instrumento, como exercícios de teoria musical e exercícios para alongamento e relaxamento muscular, o que reduz o tempo de exposição sonora.

Os dados do presente estudo são baseados em simulações. Como há diversas marcas e modelos de instrumentos musicais no mercado é possível haver diferenças na potência sonora desses instrumentos. Assim, é possível que as simulações aqui apresentadas não representem fielmente os valores sonoros de todas as salas de música. Por isso, caso haja uma necessidade específica de obter dados precisos a respeito da intensidade sonora aconselha-se que se realize medições localmente com uso de dosímetro. Esse equipamento será capaz de calcular as diferentes variações de intensidade sonora que ocorrem durante uma aula e, assim, determinar com maior precisão se a intensidade sonora dentro de sala de aula está adequada para garantir a saúde auditiva do professor.

Referências

ABD ENGINEERING AND DESIGN. Perception vs. reality: what our ears hear. *In*: ABD Engineering & Design. [*S. l.*]: ABD Engineering and Design, [2008]. Disponível em: https://www.abdengineering.com/blog/perception-vs-reality/. Acesso em: 1 jul. 2020.

ANDRADE, Patrícia A. Marques de; SAGGIN, Kátia Regina; NAKATA, Camila Mayumi. Análises no isolamento acústico em salas de música da Universidade do Sagrado Coração – USC. *REEC*: revista eletrônica de engenharia civil, Goiânia, v. 6, n. 2, 18 fev. 2013. DOI: 10.5216/reec.v6i2.21961

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10152*: níveis de ruído para o conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. *NBR-12179*: tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BARBOSA, Joel Luis. Considerando a viabilidade de inserir música instrumental no ensino de primeiro grau. *Revista da Abem*, Porto Alegre, n. 3, p. 39-49, jun. 1996.

BAXTER, Dennis. *A practical guide to television sound*. Burlington: Focal Press, 2013.

BEAMENT, James. *The violin explained*: components mechanism and sound. New York: Oxford University Press, 1997.

BERKLEY, Rebecca. *Manual ilustrado dos instrumentos*. São Paulo: Irmãos Vitale, 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 15*: atividades insalubres. Brasília: MTE, 1978.

_____. Resolução CNE/CEB 2/2016. Diretrizes Nacionais para a operacionalização do ensino de Música na Educação Básica. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, p. 42, 11 maio 2016.

BRASIL DE TUHU. 2º mapeamento de projetos de educação musical. *In*: BRASIL de Tuhu, [*S. l.*]: Brasil de Tuhu, [2018]. Disponível em: http://brasildetuhu.com.br/mapeamento-educacao-musical-2018/. Acesso em: 17 ago. 2020.

BUENO, Davi Corrêa. *Percepção de professores sobre o ensino coletivo de cordas friccionadas*. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional, Centro Universitário Adventista São Paulo, Engenheiro Coelho, 2020.

CARBONI, Márcio Henrique de Souza. *Qualidade acústica em salas de ensino de música*: parâmetros acústicos preferenciais na opinião de professores de música. 2012. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CRUVINEL, Flavia Maria. *Efeitos do ensino coletivo na iniciação instrumental de cordas*: a educação musical como meio de transformação social. 2003. Dissertação (Mestrado em Música) – Escola de Música e Artes Cênicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

_____. O ensino coletivo de instrumento musical como alternativa metodológica na educação básica. *In*: ALCÂNTARA, L. M.; RODRIGUES, E. B. T (org.). *O ensino de música*: desafios e possibilidades contemporâneas. Goiânia: Grafset, 2009. p. 71-79.

DENINZON, Joe. *Plugging in*: a guide to gear and new techniques for the 21st century violinist. London: Melbay, 2012.

EASTERN KENTUCK UNIVERSITY. Health and safety information. Decibel (loudness) comparison chart. *In*: EKU School of Music. Richmond: EKU, [2020]. Disponível em: https://music.eku.edu/health-and-safety-information. Acesso em: 2 jul. de 2020.

FERNANDES, João Candido. Padronização das condições acústicas para salas de aula. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. *Anais...* Bauru: FEB/Unesp, 2006. Disponível em: https://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/823.pdf. Acesso em: 29 maio 2022.

FONSECA, João José Saraiva. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2017.

GRILLO, Maria L. N.; BAPTISTA, Luiz R. P. L. Uma abordagem interdisciplinar dos cordofones friccionados. *In*: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ACÚSTICA, 8., 2012, Évora. *Anais...* Évora: Sociedade Portuguesa de Acústica: Sociedad Española de Acústica, 2012. Disponível em: http://sea-acustica.es/fileadmin/Evora12/67.pdf. Acesso em: 17 ago. 2020.

I-SIMPA. The project. *In*: I-SIMPA. [*S. l*]: Université Gustave Eiffel, [2020]. Disponível em: https://i-simpa.ifsttar.fr/about/about/. Acesso em: 28 ago. 2020.

LÜDERS, Débora; GONÇALVES, Cláudia Giglio de Oliveira; LACERDA, Adriana Bender Moreira de; SCHETTINI, Sônia Regina Lazarotto; SILVA, Luciana Santos Gerosino da; ALBIZU, Evelyn Joyce; MARQUES, Jair Mendes. Audição e qualidade de vida de músicos de uma orquestra sinfônica brasileira. *Audiology – Communication Research*, São Paulo, v. 21, e1688, 2016. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312016000100323&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 30 maio 2019.

MENDES, Maria Helena; MORATA, Thais Catalani; MARQUES, Jair Mendes. Aceitação de protetores auditivos pelos componentes de banda instrumental e vocal. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, São Paulo, v. 73, n. 6, p. 785-792, dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992007000600010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 31 maio 2019.

MENEZES, Flo. *A acústica musical em palavras e sons*. Cotia: Ateliê Editorial, 2003.

MODULAR WALLS SYSTEMS. *Human perception of sound*. [*S. l.*]: Modular Walls Systems, 2016. Disponível em: https://modularwalls.com.au/wp-content/uploads/Human-perception-of-sound_April2016-WEB.pdf. Acesso em: 1 jul. 2020.

NEPOMUCENO, José Augusto. O projeto acústico. *In*: SALA São Paulo. São Paulo: Fundação Osesp, [2020]. Disponível em: http://www.salasaopaulo.art.br/paginadinamica.aspx?pagina=acustica. Acesso em: 24 jul. 2020.

PATRÃO, Arthur José Alves. *Caracterização acústica de salas de ensaio*: estudo de casos. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2010.

PAZIANI, Danilo Ribeiro. O ensino coletivo de instrumentos musicais: reflexões acerca do modelo na perspectiva da experiência com a criação musical. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA, 26., 2016, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UEMG, 2016. Disponível em: https://www.anppom.com.br/congressos/index.php/26anppom/bh2016/paper/download/4132/1355. Acesso em: 29 maio 2022.

ROCHA, Letícia de Sá. *Acústica e educação em música*: estudo qualitativo para sala de ensaio e prática de instrumento e canto. 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ROGERS, Jez. *Playing live*. London: Lulu, 2012.

SALIBA, Tuffi Messias. *Manual prático de avaliação e controle de ruído*. 12. ed. São Paulo: LTr, 2021.

SOUZA, João Ricardo de. *O ensino coletivo de cordas friccionadas produzido no SESC-Consolação, comparado com propostas de ensino coletivo realizadas no Reino Unido e nos EUA*: trajetória histórica, diferenças e similaridades pedagógicas e socioculturais. 2016. Tese (Doutorado em Música) – Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Paulo, 2016.

TENNHARDT, H.-P.; WINKLER, H. Raumakustische Probleme bei der Planung von Orchesterproberäumen. *In*: LENK, Arno. *Fortschritte der Akustik*: Plenarvorträge und Fachbeiträge der 20. Deutschen Jahrestagung für Akustik: DAGA 94 – Dresden: Teil B. Bad Honnef: DPG, 1994. p. 245-248.

TOURINHO, Ana Cristina Gama dos Santos. A formação de professores para o ensino coletivo de instrumentos. *In*: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MUSICAL, 12., 2003, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UDESC, 2003. p. 51-57.

VIBRASOM TECNOLOGIA ACÚSTICA. Forro acústico Ecoline. *In*: VIBRASOM. São Bernardo do Campo: Vibrasom, [2020]. Disponível em: https://www.vibrasom.ind.br/produtos-acusticos/acustica3/forro-acustico-ecoline.html. Acesso em: 1 jul. 2020.

WENGER. *Elementary music planning guide*. Owatonna: Wenger Corporation, 2004. Disponível em: http://www.wengercorp.com/Lit/Wenger%20Elementary%20Planning%20Guide.pdf. Acesso em: jan. 2009.

_____. *Planning guide for elementary music programs*. Owatonna: Wenger Corporation, 2010. Disponível em: https://www.wengercorp.com/Construct/docs/Wenger%20Elementary%20Planning%20Guide.pdf. Acesso em: 30 dez. 2021.

YING, Liu Man. *Diretrizes para o ensino coletivo de violino*. 2012. Tese (Doutorado em Música) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ZIVKOVIC, Dejan; PITYN, Peter. Music teachers' noise exposure. *Canadian Acoustics*, [*S. l.*], v. 32, n. 3, p. 84-85, Sept. 2004. Disponível em: https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/1639/1386. Acesso em: 31 maio 2019.

Recebido em 18/09/2020, aprovado em 29/11/2021

Davi Corrêa Bueno é mestre em Educação pelo Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP); especialista em Trabalho Docente e Educação Musical na Educação Infantil pela Universidade de Araraquara (Uniara); especialista em Ensino e Prática Musicais com Ênfase em Regência pelo UNASP; e graduado em Educação Artística pela mesma instituição. https://orcid.org/0000-0002-9683-0425

Betania Jacob Stange Lopes é doutora em Educação Especial pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); mestre em Educação Pela Universidade Estadual de Londrina (UEL); especialista em Supervisão Escolar pelo Centro Universitário Adventista São Paulo (UNASP); e graduada em Pedagogia pela Faculdade Filosofia Ciências e Letra de Mandaguari (FAFIMAN). Tem experiência na educação básica, com ênfase em coordenação pedagógica de unidades educativas da Rede Adventista de Educação no Brasil (1982-2006), docência e coordenação em cursos de graduação e pós-graduação do Centro Universitário Adventista de São Paulo desde 2007. Nessa mesma instituição, no Campus de Engenheiro Coelho, foi coordenadora do Curso de Pedagogia (2007-2017), assessora pedagógica do Ensino Superior (2017 e 2018), e atualmente é professora do Mestrado Profissional em Educação. Tem desenvolvido pesquisas nos seguintes temas: metodologias ativas, desenvolvimento profissional docente, avaliação formativa e educação inclusiva. https://orcid.org/0000-0001-6471-5791