

## DESENVOLVIMENTO DE ABSORVEDORES SONOROS PARA ESPAÇO MULTIUSUÁRIO DA ESCOLA POLITÉCNICA- ABORDAGEM PRÁTICA EM SALA DE AULA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4192

Sérgio Klippel Filho - engsergio@klippelengenharia.com  
UNISINOS

FERNANDA PACHECO - fernandapacheco.fe@gmail.com  
UNISINOS

Maria Fernanda Oliveira - mariafernanda1008@gmail.com  
Unisinos

Jeferson Ost Patzlaff - jefersonpatzlaff@gmail.com  
UNISINOS Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Uziel Cavalcanti de Medeiros Quinino - uquinino@unisinos.br  
UNISINOS

AMANDA GONÇALVES KIELING - amandag@unisinos.br  
UNISINOS

Tatiana Louise Avila de Campos Rocha - tlavila@unisinos.br  
Unisinos

Mauricio Mancio - mancio@unisinos.br  
Unisinos

Vanessa Oerle Kautzmann - voerlek@gmail.com  
Autonoma

cristiane maria schnack - schnack@unisinos.br  
UNISINOS

**Resumo:** *Esse estudo avaliou uma metodologia ativa de aprendizado baseada em projetos, nos quais os alunos de duas atividades acadêmicas dos cursos de*

engenharia civil e arquitetura e urbanismo foram desafiados a desenvolver uma melhoria acústica em uma sala de aula de uso coletivo. Os alunos foram sensibilizados à questão da incidência do ruído e de seu impacto no conforto dos usuários. Na sequência, desenvolveram cálculos de área necessária de absorvedores sonoros e apresentaram a solução adequada para uso no espaço em questão. Posteriormente, os alunos fizeram as placas dos absorvedores, com interior de lã de pet e revestidas em tecido, conforme especificação criada em grupos de estudo entre as turmas. Por fim, as placas foram instaladas, e foi aferido através de ensaio o tempo de reverberação na sala anteriormente e posteriormente à fixação das chapas, demonstrando a eficiência do método proposto.

**Palavras-chave:** desempenho acústico, absorção,

## DESENVOLVIMENTO DE ABSORVEDORES SONOROS PARA ESPAÇO MULTIUSUÁRIO DA ESCOLA POLITÉCNICA- ABORDAGEM PRÁTICA EM SALA DE AULA

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo Note (2006), os ambientes têm um forte impacto no aprendizado, porém, os objetivos de ensino não são atingidos somente levando os espaços físicos do meio estudantil em consideração, possuindo o professor um grande papel de suporte. Neste ponto, de acordo com Hindman, Grant e Stronge (2010), em relação ao papel do professor em uma sala de aula, existe uma grande variação em relação à efetividade do trabalho destes profissionais, por influência de seus atributos pessoais, como o nível de conhecimento e experiência. Ainda, sua efetividade é um reflexo do rendimento dos alunos por meio de avaliações analíticas, além de aspectos subjetivos no que tange o relacionamento entre estas duas partes. Por meio de décadas de pesquisa nesta área, foram determinadas características que devem estar presentes na abordagem destes em suas funções, de modo a tornar seu papel concreto, sendo algumas delas:

- habilidade para comunicação, incluindo a capacidade de escutar e valorizar o que os alunos têm a dizer;
- preparação, em relação ao conhecimento, grau de instrução, entre outros;
- disposição pessoal, como entusiasmo, motivação e reflexão;
- relação com os alunos baseada em justiça, confiança e respeito;
- administração do local, promovendo um ambiente de aprendizado seguro, robusto, disciplinado e animado;
- aplicação de um planejamento instrutivo, disposição e assessoramento que, combinados, culminem em um monitoramento contínuo, entregando o conhecimento de formas diferentes e efetivas;
- objetivos claramente definidos e altas expectativas para promover a realização acadêmica dos estudantes.

Destaca-se que os espaços têm um grande impacto no processo, pois, quando projetados com o ensino no programa de necessidades, facilitam o desenvolvimento de um aprendizado profundo e rico. Podem ser benéficos, ao aproximar os usuários, encorajar a exploração, colaboração e discussão, sendo o requerimento para os ambientes relativamente direto, e seu desempenho é função de um somatório de múltiplos atributos, cada qual com seu grau de impacto. Estes requerimentos incluem a promoção de contato visual entre os usuários e o professor, tanto por questões acústicas como para leitura de expressões corporais. Ainda, deve ser promovida uma iluminação adequada, temperatura confortável, qualidade do ar, mobília ergonômica, cores agradáveis, flexibilidade do espaço, além de boa qualidade acústica. Sendo que este último pode ser considerado o segundo aspecto mais relevante, visto que a comunicação, no processo de aprendizado, é uma das fundações básicas do ensino (LOMAS; OBLINGER, 2006; NOTE, 2006; BARRETT; ZHANG, 2009; BARRON, 2009; MARCHAND et al., 2014; NZC, 2016; RICCIARDI; BURATTI, 2018).

Em situações cotidianas, o ato da conversação é interferido por inúmeras fontes de ruído, as quais afetam a capacidade de entendimento da fala, visto que acabam por mascarar as palavras emitidas, resultando em uma menor quantidade de informações absorvidas. Especificamente em ambientes de ensino, onde a comunicação é o meio

principal para a troca de conhecimento, a insuficiência de qualidade acústica afeta diretamente a percepção da fala e, conseqüentemente, a capacidade de aprendizado dos estudantes, além de afetar o desenvolvimento do papel do professor, pelo fato da necessidade de maior esforço vocal, muitas vezes culminando no aumento do absenteísmo (KALIKOW; STEEVENS; ELLIOT, 1977; FUCHS, 2013; EGGERMONT, 2014; ESCOBAR; MORILLAS, 2015).

Hodgson (2002) observou que, 19% das salas analisadas, dentro de uma amostragem de 279 salas de aula da Universidade de British Columbia - Canadá, obtiveram classificação, frente à inteligibilidade da fala, como regular a ruim, sendo que o desempenho foi afetado, principalmente, pelo ruído dos equipamentos de ventilação, pelas características da voz do ministrante e pela taxa de ocupação das classes. Esta última, segundo Choi (2016), afeta consideravelmente a qualidade acústica, já que pode haver melhora dos parâmetros acústicos com a ocupação das classes pelos alunos. De acordo com Ljung et al. (2009), uma reduzida qualidade de audição, induzida pelo aumento do ruído ambiental e tempo de reverberação, prejudica a capacidade de memória e aprendizado dos alunos, mesmo que haja o entendimento do que está sendo falado.

Desta forma, fica evidente que a qualidade acústica de uma sala de aula é fundamental para um bom ambiente de aprendizado, e a qualidade sonora deste é função do tipo de emissão, do ruído ambiental, da recepção e das alterações que as características físicas da sala promovem nas ondas sonoras ao transitarem pelo local. Quando da incidência das ondas sonoras nas superfícies e objetos, parte da energia é absorvida, uma porção é transmitida, e a restante é refletida de volta para o campo sonoro, fazendo com que cada composição resulte em um comportamento distinto. Assim, o controle do ruído no interior da sala e a qualidade da transmissão das ondas sonoras até o ponto receptor são os pontos que definem a qualidade acústica, justificando a avaliação da mesma, pois materiais de tratamento podem ser aplicados para correções, atenuando e/ou redistribuindo a energia sonora dentro do espaço, garantindo um desempenho adequado do local (EGAN, 2007; BARRETT; ZHANG, 2009; BARRON, 2009; KLEINER; TICHY, 2014).

Neste ponto, em estudo realizado por Yang, Becerik-Gerber e Mino (2013), em 6 salas de aula de ensino superior, contando com avaliações de 674 alunos de 29 cursos distintos, os questionários apontaram que a percepção dos alunos em relação aos seus ambientes de ensino é fortemente dependente dos atributos físicos. Sendo estes a organização e disposição da geometria e mobília da sala, além dos atributos ambientais, como temperatura, qualidade do ar, iluminação e acústica. No âmbito da qualidade acústica, o resultado foi de insatisfação por parte dos alunos, os quais apontaram que a acústica causa um alto impacto em seu desempenho, indicando que uma melhora neste quesito pode ser levada como a maior prioridade para melhora das salas analisadas. Neste caso, como destacado por Connolly et al. (2015), a partir da adolescência os alunos já desenvolvem o senso crítico de quais fontes de ruído são as mais prejudiciais, possuindo o potencial de serem agentes ativos para o auxílio das melhorias, reportando informações relevantes sobre o local.

Esta insatisfação se deve ao fato de que os níveis de ruído de fundo e tempos de reverberação excessivos interferem na capacidade de comunicação, representando um impedimento, causado pela acústica do ambiente, na capacidade de assimilação do conhecimento. Uma vez que dificulta a audição e o entendimento da fala, fazendo com que os alunos percam elementos chave, frases e conceitos transmitidos pelo professor, uma inteligibilidade da fala reduzida acaba por desencadear questões comportamentais dos alunos, fazendo com que os níveis de ruído durante as aulas aumentem, prejudicando ainda

mais as atividades. Aspectos estes que causam maior impacto em alunos com deficiência auditiva, dificuldade de aprendizado, ou até aqueles que não possuem o idioma das aulas como seu principal, visto que sua capacidade de audição, concentração e entendimento pode ser reduzida. Assim, a incorporação de uma boa qualidade acústica nas salas auxilia os alunos nas suas atividades de aprendizado, ao passo que torna o exercício da troca de conhecimento mais fácil, profundo, sustentável e menos cansativo (ANSI, 2010; RABELO et al., 2014; JOHNSON; SPANGLER, 2015; SHIELD et al., 2015; NZC, 2016).

Paralelamente à tais aspectos, e relacionando-se ao processo de aprendizado, tem-se a relevância e importância de metodologias ativas e inserção de prática na docência do ensino superior. Zaluski e Oliveira (2018) destacam a importância desse tipo de ensino ao ressaltar a centralização do aluno, citando que essa técnica permite fluidez ao processo de ensino e aprendizagem. Segundo os autores: "o conceito de aprender fazendo, baseia-se na produção do conhecimento através da ação-reflexão-ação, reafirmando a premissa de que o processo de ensino e de aprendizagem precisa estar vinculado ao contexto prático presente ao longo de toda a carreira do estudante."

Batista e Cunha (2021) contribuem ao citado, falando que a perspectiva de engajar os alunos em torno da solução de um problema os capacita como pesquisadores, atuantes nas suas áreas de formação, dando base para o seu exercício profissional, justamente por trazer para o contexto do estudo sua participação, não apenas como ouvinte, mas como ator no processo de ensino.

Markula e Aksela (2022) citam dentre as metodologias de aprendizado baseado em projetos a possibilidade de criação de criação, exemplificando o desenvolvimento de um artefato/ objeto pelos alunos indicando, citado Krajcik & Shin (2014) que nesse formato é possível perceber o nível de maturidade e conhecimento dos alunos envolvidos na temática, uma vez que o projeto a ser desenvolvido tem que ser plenamente entendido para que as etapas seguintes sejam executadas.

Considerando o cenário apresentado, esse artigo aborda uma atividade acadêmica de metodologia ativa e projeto aplicado, que buscou inserir os alunos no contexto da melhoria acústica de um ambiente universitário, proporcionando posicionamento crítico frente a uma situação-problema, especificação e desenvolvimento da solução, além da sua validação por ensaio técnico. Os alunos envolvidos são dos cursos de engenharia civil e arquitetura e urbanismo, e estavam durante o processo participando de atividades acadêmicas relacionadas à temática de desempenho das edificações.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Descrição do objeto de pesquisa

A sala PMG é um espaço multidisciplinar localizado na escola politécnica da UNISINOS. Caracteriza-se por uma ocupação múltipla, e ao mesmo tempo em que alunos estudam individualmente, a sala pode ser utilizada para palestras, encontros em grupo e assessoramento de projetos. Por ter uma grande área em vidro, o local possui um elevado tempo de reverberação.

### 2.2 Aplicação do projeto

O projeto prático desenvolvido envolveu as atividades acadêmicas de Construção e desempenho da Graduação em engenharia Civil e Conforto Ambiental III da Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Dentre os conhecimentos e habilidades previstos nessas atividades acadêmicas tem-se

## 2.3 Etapas da pesquisa

### 1. Caracterização e sensibilização às oportunidades de melhoria em sala na escola politécnica e estudo das técnicas que poderiam ser empregadas para redução do tempo de reverberação

Inicialmente, os alunos foram conduzidos até o espaço do estudo, de modo que pudessem ter a percepção do ruído e de sua propagação na sala de aula. Nessa etapa, a verificação foi intuitiva e simples, com conversação, batida de palmas, entre outros. Perceberam, nesse instante, que diversas fontes de ruído atuando concomitantemente (com no caso de multiusuários), poderiam ser prejudiciais para os ocupantes.

Dentro da temática das duas atividades acadêmicas tem-se o estudo do ruído. Os alunos adquirem conhecimento relacionado com os níveis de ruído, impacto para a habitabilidade e conforto dos usuários, entre outros. Abordam-se estratégias para melhoria do ambiente e condições de habitação. Para essa etapa, contou-se com aula expositiva com as professoras. A Figura 1 ilustra a apresentação no espaço do estudo.

Também nesse momento foi realizado um cálculo da área que seria necessária em termos de absorvedores para proporcionar a melhoria no desempenho acústico do local.

Figura 1 – Abordagem da problemática do ruído em sala de aula e estudo das opções



Fonte: dos autores

### 2. Proposição por parte dos alunos da geometria, cores e posicionamento dos absorvedores sonoros;

Após a apresentação de possíveis estratégias de intervenção no espaço caracterizado no estudo, os alunos foram desafiados para que trabalhassem em grupo e sugerissem de que forma se daria a intervenção, alcançando a área calculada na etapa anterior.

Os grupos apresentaram, e a própria turma votou entre as proposições. Definiu-se a composição de absorvedores com moldura de madeira e preenchimento de lã de PET, revestidos de tecidos de diferente coloração.

### 3. Especificação e compra dos insumos, e confecção dos absorvedores sonoros

Inicialmente, os alunos foram convidados a observar catálogos de fornecedores de mantas acústicas e demais materiais absorventes, de modo a verificar quais atendiam as

características previstas em cálculo, de modo a obter-se um comportamento acústico satisfatório. Definiu-se a utilização de mantas de PET. Foi realizada a compra dos insumos, sendo madeira, manta acústica e tecidos para revestimento dos absorvedores sonoros. Os alunos confeccionaram os absorvedores no laboratório da Universidade chamado de Maquetaria, Figura 2.

A Figura 3 apresenta o manuseio da manta na sala PMG, objeto do estudo, além do manuseio dos absorvedores sonoros depois de prontos e já revestidos, tarefas realizadas pelos próprios alunos.

Figura 2 – Desenvolvimento da moldura para os absorvedores sonoros- Maquetaria UNISINOS



Fonte: dos autores

Figura 3- Mantas empregadas e fixação dos absorvedores sonoros



Fonte: dos autores

## 5. Ensaio de tempo de reverberação, conforme a ISO 3382-2 anteriormente e posteriormente ao posicionamento dos absorvedores

Para validação técnica do cenário acústico da sala, anteriormente e posteriormente à fixação dos absorvedores foi realizado o ensaio de tempo de reverberação de acordo com as premissas da ISO 3382-2.

A metodologia do ensaio consiste na utilização de um analisador sonoro para verificar-se o tempo de reverberação. A fonte de ruído, nesse caso, é o estouro de balões. Posicionam-se diferentes pontos de análise para a fonte e para o analisador.

Figura 4- Mantas empregadas e fixação dos absorvedores sonoros



Fonte: dos autores

Os resultados obtidos em ensaio foram tabelados e os alunos verificaram em que frequências acústicas ocorreu a atenuação do ruído. Estudantes foram convidados a conversar no espaço e bater palmas para verificar se a sua percepção em relação à acústica do espaço havia sido alterada.

## 4. Resultados

Em todas as etapas do estudo percebeu-se grande engajamento dos alunos. Notou-se que o estudo proporcionou a eles um sentimento de pertencimento à Instituição de ensino, uma vez que a solução foi instalada e se manteve no local, proporcionando melhor conforto para todos os ocupantes do espaço.

Em relação aos resultados do espaço físico e sua incidência de ruído, tem-se síntese na Tabela 1, indicando para as configurações com e sem os painéis absorvedores o valor do tempo de reverberação (s) em relação as diferentes frequências (Hz). A Figura 5 complementa apresentando os dados graficamente.

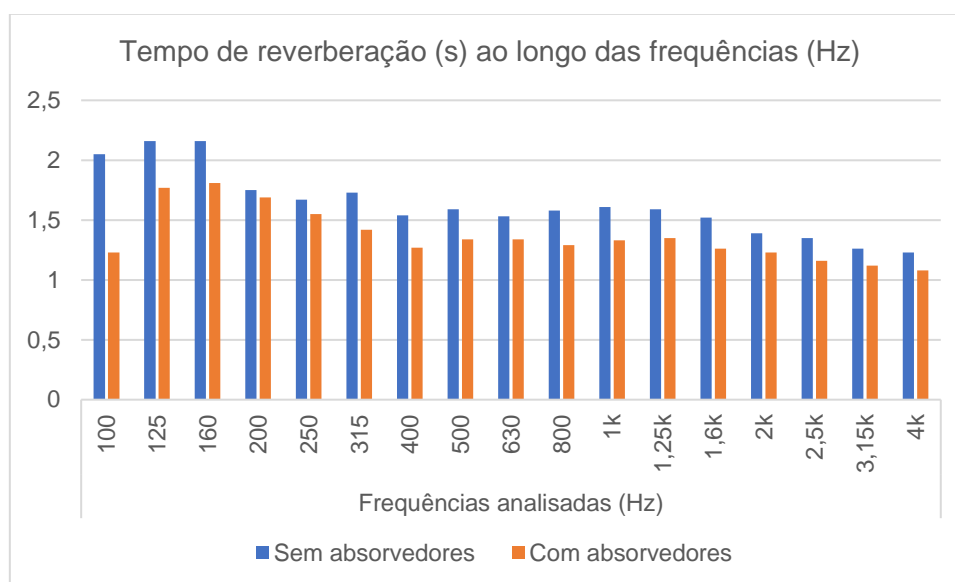


Tabela 1 – Valores de tempo de reverberação mensurados

TR	Frequências analisadas (Hz)																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k
SP	2,18	2,55	2,06	2,13	1,7	1,75	1,53	1,53	1,55	1,57	1,6	1,58	1,48	1,45	1,35	1,27	1,27
	2,05	2,16	2,16	1,75	1,67	1,73	1,54	1,59	1,53	1,58	1,61	1,59	1,52	1,39	1,35	1,26	1,23
CP	1,81	2,35	1,79	1,64	1,50	1,40	1,29	1,36	1,36	1,36	1,37	1,35	1,28	1,24	1,17	1,10	1,07
	1,23	1,77	1,81	1,69	1,55	1,42	1,27	1,34	1,34	1,29	1,33	1,35	1,26	1,23	1,16	1,12	1,08

\*TR: Tempo de reverberação; SP: sem painéis; CP: com painéis

Figura 5- Alterações no tempo de reverberação na configuração sem os painéis absorvedores e após a sua colocação



Percebeu-se que em todas as frequências a configuração com os absorvedores proporcionou redução no tempo de reverberação, indicando que os painéis adotados proporcionaram melhoria aos usuários do espaço. A utilização do método de ensaio permitiu aos alunos que experienciassem também essa técnica, entendendo a importância de um ensaio para validação de resultados experimentais, assim como, analisando criticamente os resultados obtidos.

### Considerações FINAIS

Esse estudo avaliou o desenvolvimento de uma metodologia ativa em duas atividades acadêmicas, no curso de arquitetura e urbanismo e engenharia civil, da escola politécnica, UNISINOS.

Desde a elaboração do plano de ensino, planejou-se os momentos na sala de aula e fora dela em que a prática iria ocorrer, evidenciando aos alunos o macro cenário de oportunidade de melhoria em um espaço coletivo de sala de aula.

Durante o processo notou-se o envolvimento dos alunos, que relataram informalmente a sensação de pertencimento e o orgulho pelo desenvolvimento de uma melhoria em seu ambiente de estudo.

Notou-se que a sensibilização para a oportunidade de melhoria e o passo-a-passo de instrução aos alunos proporcionou um entendimento também de um direcionador importante para um projeto técnico, o desenho de etapas e condicionantes.

Em termos de eficiência, o uso dos absorvedores reduziu o tempo de reverberação em todas as frequências, indicando desempenho satisfatório em relação ao objetivo do estudo. Considerando que se trata de uma melhoria possível em diversos ambientes, destaca-se que esse projeto pode ser realizado em diversas Universidades/escolas. Ainda, em pesquisas futuras, sugere-se a análise comparativa e complementar com mais de uma solução à problemática do ruído.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao itt Performance pela parceria na realização dos ensaios para validação dos resultados obtidos. Agradecemos a Embaixada dos estados Unidos no Brasil, ao Fulbright e a Capes, pois esse trabalho é parte do projeto PMG de modernização do ensino de engenharia.

### REFERÊNCIAS

AMERICAN NATIONAL STANDARD (ANSI). **ANSI S12.60-1**: acoustical performance criteria, design, requirements, and guidelines for schools: part 1: permanent schools. Melville: 2010.

BARRETT, P.; ZHANG, Y. **Optimal learning spaces**: design implications for primary schools. 1. ed. Salford: Design and Print Group-University of Salford, 2009.

BARRON, M. **Auditorium acoustics and architectural design**. 2. ed. New York: Spon Press, 2009.

BATISTA, L.M; CUNHA, V.M.P. O uso das metodologias ativas para melhoria das práticas de Ensino e aprendizagem. Revista Docent Discunt, Engenheiro Coelho, SP, volume 02, número 1, p. 60-70, 1º semestre de 2021 <https://doi.org/10.19141/docentdiscunt.v2.n1.p60-70>

CHOI, Y. Effect of occupancy on acoustical conditions in university classrooms. **Applied Acoustics**, v. 114, p. 36-43, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X16302043>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CONNOLLY, D. M.; DOCKRELL, J. E.; SHIELD, B. M.; CONETTA, R.; COX, T. J. Students perceptions of school acoustics and the impact of noise on teaching and learning in secondary schools: findings of a questionnaire survey. **Energy Procedia**, v. 78, p. 3114-3119, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215024984>. Acesso em: 18 nov. 2019.

EGAN, M. D. **Architectural acoustics**. 1. ed. Fort Lauderdale: J. Ross Publishing, 2007.

EGGERMONT, J. J. **Noise and the brain**: experience dependent development and adult plasticity. 1. ed. London: Elsevier Inc, 2014.

ESCOBAR, V. G.; MORILLAS, J. M. B. Analysis of intelligibility and reverberation time recommendations in educational rooms. **Applied Acoustics**, v. 96, p. 1-10, 2015.

Disponível em:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X15000778>. Acesso em: 6 nov. 2019.
- FUCHS, H. **Applied acoustics: Concepts, absorbers, and silencers for acoustical comfort and noise control**: alternative solutions, innovative tools, practical examples. 1. ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- HINDMAN, J. L.; GRANT, L. W.; STRONGE, J. H. **Learning environment**: effective teaching practices. 1. ed. New York: Taylor & Francis, 2010.
- HODGSON, M. Rating, ranking and understanding acoustical quality in university classrooms. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 112, n. 2, p. 568-575, 2002. Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.1490363>. Acesso em: 28 out. 2019.
- JOHNSON, C. D.; SPANGLER, C. Educational Audiology. *In*: KATZ, J.; CHASIN, M.; ENGLISH, K.; HOOD, L. J.; TILLERY, K. L. **Hanbook of Clinical Audiology**. 7. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015. p. 501-512.
- KALIKOW, D. N.; STEVENS, K. N.; ELLIOT, L. L. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 61, n. 5, p. 1337-1351, 1977. Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.381436>. Acesso em: 8 nov. 2019.
- LJUNG, R.; SÖRQVIST, P.; KJELLBERG, A.; GREEN, A. M. Poor listening conditions impair memory for intelligible lectures: implications for acoustic classroom standards. **Building Acoustics**, v. 16, n. 3, p. 257-265, 2009. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1260/135101009789877031>. Acesso em: 28 out. 2019.
- LOMAS, C.; OBLINGER, D. G. Student practices and their impact on learning spaces. *In*: OBLINGER, D. G. **Learning Spaces**. 1. ed. Washington: Educause, 2006. p. 63-74.
- MARCHAND, G. C.; NARDI, N. M.; REYNOLDS, D.; PAMOUKOV, S. The impact of the classroom built environment on student perceptions and learning. **Journal of Environmental Psychology**, v. 40, p. 187-197, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494414000589>. Acesso em: 11 nov. 2019.
- NEW ZEALAND CROWN (NZC). **Acoustics guide**: designing quality learning spaces: acoustics. 2. ed. Wellington: New Zeland Ministry of Education, 2016.
- NOTE, N. V. C. Challenging traditional assumptions and rethinking learning spaces. *In*: OBLINGER, D. G. **Learning Spaces**. 1. ed. Washington: Educause, 2006. p. 17-28.
- RABELO, A. T. V.; SANTOS, J. N.; OLIVEIRA, R. C.; MAGALHÃES, M. C. Effect of classroom acoustics on the speech intelligibility of students. **CoDAS**, v. 26, n. 5, p. 360-366, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2317-17822014000500360](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822014000500360). Acesso em: 4 nov. 2019.
- RICCIARDI, P.; BURATTI, C. Environmental quality of university classrooms: subjective and objective evaluation of the thermal, acoustic, and lighting comfort conditions. **Building and Environment**, v. 127, p. 23-36, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132317304882>. acesso em: 14 nov. 2019.
- SANTOS, Danielle Fernandes Amaro dos; CASTAMAN, Ana Sara. Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. *Revista Linhas*. Florianópolis, v. 23, n. 51, p. 334-357, jan./abr. 2022
- SHIELD, B.; CONETTA, R.; DOCKRELL, J.; CONNOLLY, D.; COX, T.; MYDLARZ, C. A survey of acoustic conditions and noise levels in secondary school classrooms in England.

**Journal of the Acoustic Society of America**, v. 137, n. 1, p. 177-188, 2015. Disponível em: <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.4904528>. Acesso em: 5 nov. 2019.

ZALUSKI, F.C; OLIVEIRA, T.C. Metodologias ativas: uma reflexão teórica sobre o processo de Ensino e aprendizagem. In: Congresso Internacional de Educação e tecnologias, 2018.

#### ABSTRACT

Esse estudo avaliou uma metodologia ativa de aprendizado baseada em projetos, nos quais os alunos de duas atividades acadêmicas dos cursos de engenharia civil e arquitetura e urbanismo foram desafiados a desenvolver uma melhoria acústica em uma sala de aula de uso coletivo. Os alunos foram sensibilizados à questão da incidência do ruído e de seu impacto no conforto dos usuários. Na sequência, desenvolveram cálculos de área necessária de absorvedores sonoros e apresentaram a solução adequada para uso no espaço em questão. Posteriormente, os alunos fizeram as placas dos absorvedores, com interior de lã de pet e revestidas em tecido, conforme especificação criada em grupos de estudo entre as turmas. Por fim, as placas foram instaladas, e foi aferido através de ensaio o tempo de reverberação na sala anteriormente e posteriormente à fixação das chapas, demonstrando a eficiência do método proposto.

This study evaluated an active project-based learning methodology, in which students from two academic activities of the civil engineering and architecture and urbanism courses were challenged to develop an acoustic improvement in a collective classroom. Students were made aware of the issue of noise incidence and its impact on user comfort. Next, they developed calculations for the necessary area of sound absorbers and presented the appropriate solution for use in the space in question. Subsequently, the students made the absorber plates, with an interior made of pet wool and covered in fabric, according to the specification created in study groups between classes. Finally, the plates were installed, and the reverberation time in the room before and after the fixation of the plates was measured through a test, demonstrating the efficiency of the proposed method.

Key-words: acoustic performance, absorption, students, project-based learning