

ACÚSTICA ESCOLAR UTILIZANDO SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Bruna Forner Formolo^a, Camila Argenta Isoton^a, Miquele Dos Santos^a, Taísa Festugato^{a*}, Giovana Santini^{a*}

a) Centro Universitário da Serra Gaúcha - FSG

Informações de Submissão	Resumo
<p>* Autor correspondente (Orientador) Taísa Festugato, Giovana Santini, endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472</p> <p>Palavras-chave: Escola. Acústica. Sustentabilidade. Qualidade.</p>	<p>A poluição sonora é resultado do crescimento da urbanização, excesso populacional e veículos nas ruas. Em escolas, as próprias pessoas que a frequentam causam ruídos que devem ser controlados. Em ambientes institucionais estes ruídos trazem grandes problemas no ensino. Diversos estudos apontam que ambientes com barulho podem comprometer a qualidade de vida, a capacidade de aprendizado e concentração, e principalmente causando transtornos na vida de crianças e adolescentes. Em busca da qualidade arquitetônica, o isolamento acústico em escolas é de extrema importância, pois proporciona um ambiente agradável para os alunos e educadores. Para o desenvolvimento de um projeto acústico, devem ser consideradas as fontes dos ruídos, a influência deles dentro da edificação e respeitar o grau de ruído proposto pelas normas técnicas, e por fim, obter um ambiente propício para o ensino. Existem diversas técnicas para se ter um bom isolamento acústico, entre elas, técnicas sustentáveis, que utilizam materiais reciclados e que são recicláveis. Um projeto ecologicamente correto é muito bem valorizado e importante para a preservação do meio ambiente, levando em conta que a construção civil produz muitos entulhos. Com o estudo realizado é possível encontrar uma solução eficaz e que contribua com a natureza.</p>

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem por objetivo analisar diferentes materiais sustentáveis para utilização em projetos acústicos de salas de aula. Um fator que afeta bastante o aprendizado de crianças e adolescentes é a poluição sonora presentes nas escolas, o ruído pode afetar tanto nos estudos como no comportamento do aluno. Na arquitetura, existem diversas soluções para amenizar estes ruídos de forma significativa, entre elas, as soluções ecologicamente corretas.

A poluição sonora é resultado do crescimento da urbanização, excesso da população e de veículos nas ruas. Em escolas, as próprias pessoas que a frequentam causam ruídos e os ambientes com barulho podem comprometer a qualidade de vida, a capacidade de aprendizado e concentração dos alunos e professores.

A sustentabilidade é um dos fatores mais comentados na atualidade, principalmente dentro da construção civil que muitas vezes utiliza materiais poluentes e gera entulhos. Há muitos exemplos e técnicas sustentáveis que podem ser utilizadas no isolamento acústico escolar, os materiais nelas ocupados contribuem para preservação do meio ambiente, sendo eles reciclados e recicláveis. É necessário, na hora de realizar um projeto escolar, pensar na qualidade de vida de quem irá utilizá-lo e no meio ambiente.

2 A IMPORTÂNCIA DO ISOLAMENTO ACÚSTICO EM SALAS DE AULA

A escola é um elemento fundamental para o desenvolvimento e aprendizado de crianças e adolescentes, e a acústica afeta o rendimento das atividades de ensino. Segundo o site Isover (2016), o rápido crescimento das cidades tem comprometido a qualidade de vida das pessoas e um desses fatores é a poluição sonora. Ela é resultado da geração de ruídos no trânsito e em edificações, nas escolas, o próprio barulho dos alunos, que estão em grande quantidade, atrapalha o ensino.

Um ambiente ruidoso pode levar a mudanças no comportamento das crianças. Ruídos em excesso contribuem para um comportamento agressivo e fácil irritabilidade, o que pode afetar o ambiente social dentro e fora da escola, resultando em discussões e brigas. É muito comum, em refeitórios de escolas, onde o tempo de reverberação é muito longo e o ruído de fundo muito elevado, as crianças serem forçadas a aumentar o tom de voz para garantirem a comunicação, tornando maior o nível de ruído desses ambientes. Entretanto, um ambiente mais calmo e silencioso contribui para um lugar mais amigável, induzindo as pessoas à, instintivamente, reduzirem o tom de voz (ZWIRTES, 2006).

Segundo Emarket (2015), o ruído dentro das escolas é um dos principais fatores para a dificuldade de aprendizado. Uma pesquisa feita pela Unicamp com alunos de escolas municipais, estaduais e particulares revelou que 70% dos estudantes se incomodam com o barulho dentro das salas de aula. Desses, 60% apresentam dificuldades para realizar as lições, 10% não entendem direito o que a professora fala e 6% afirmam sentir dores de cabeça ou de ouvido no final de um dia letivo. Para salas de aula, o ideal é que seja feito o isolamento, impedindo a transmissão sonora de um ambiente para o outro. Em auditórios ou salas de vídeo, por exemplo, o revestimento é a melhor opção para absorver sons.

Uma vez que a audição é uma característica fundamental para o ato da instrução, é importante que esta funcione nas melhores condições, de forma a que o processo de aprendizagem se torne mais fácil. O ruído afeta as capacidades intelectuais necessárias para a aprendizagem, especialmente quando se trata de crianças. A capacidade que um indivíduo adulto tem em ignorar palavras soltas, bem como em subentender através de poucas palavras o contexto do que está a ser transmitido, não é aplicável linearmente às crianças, uma vez que estas ainda não possuem um vocabulário suficiente para que tal seja possível (ANDRADE, 2009).

A escola é uma das principais fases da vida de uma pessoa, e conseguir se concentrar e ter um bom aproveitamento das aulas é muito importante. Diversas escolas não possuem um bom isolamento acústico e na maioria das vezes isto não é levado em consideração por ser um recurso caro. Todas as instituições deveriam oferecer soluções para se ter bom desempenho acústico em sala de aula, melhorando assim o ensino e a qualidade de vida dos alunos e professores.

3 ISOLAMENTO ACÚSTICO

A NBR 12179 - Tratamento Acústico em Ambiente Fechados, afirma que o isolamento acústico, é um processo pelo qual se procura evitar a penetração ou a saída, de ruídos ou sons, em um determinado recinto. O ruído é propagado em uma edificação através

do ar, que é denominado aéreo, ou através da própria estrutura, que é denominada ruído de impacto.

Quando uma onda de pressão sonora encontra um obstáculo, parte de sua energia volta sob forma de onda de pressões refletidas e parte produz uma vibração de moléculas do novo meio. De forma simplificada, pode-se dizer que parte da intensidade total do som incidente é absorvida e parte refletida. Parte da energia de vibração será dissipada na forma de calor, decorrente dos atritos que as moléculas enfrentam no seu movimento ondulatório; outra parte voltará ao meio original somando-se a energia refletida. O restante contido na vibração da própria parede produzirá vibração no seu lado oposto, porém o seu nível de ruído é mais baixo que o nível do som incidente (ZWIRTES, 2006).

De acordo com Ferreira (2006), para se ter bom isolamento acústico eficiente ao ruído, deve-se usar componentes de alta densidade superficial. Quanto maior a massa do fechamento e maior a frequência incidente, maior será a dificuldade para fazer o material vibrar. Diante de estudos, se torna possível prever o material a ser utilizado na construção e qual o seu impacto.

Existem técnicas acústicas sustentáveis, que estão cada dia ocupando espaço na construção civil. A sustentabilidade, segundo o site Portal Da Construção Sustentável (2016), é um dos grandes desafios globais para um futuro próximo, o desenvolvimento humano ameaça a sustentabilidade do planeta, é necessário ter atitudes mais verdes e isso inclui a acústica sustentável em salas de aulas.

4 SOLUÇÕES ACÚSTICAS SUSTENTÁVEIS

Segundo Fernanda Rubatino, atualmente existem diversas técnicas e design acústicos sustentáveis, que atendem as exigências da ABNT com a NBR 15.575, que determina que projetos de edificações tenham isolamento contra ruídos. As soluções sustentáveis, além de serem funcionais ajudam na preservação do meio ambiente. Entre elas:

4.1 Isolamento acústico com lã de pet

A Lã de Pet é toda feita em material reciclado, o poliéster, uma fibra adquirida através da reciclagem de garrafas pet. A lã oferece ótima proteção contra ruídos e melhora a sensação térmica dos ambientes. Ela pode substituir a Lã de Vidro e a Lã de Rocha que são extremamente poluentes e degradam o meio ambiente. Pode ser utilizada em paredes, forros e pisos. É utilizada principalmente para compor o sistema drywall. Entre as soluções sustentáveis para isolamento acústico, esta é a mais utilizada na construção civil.

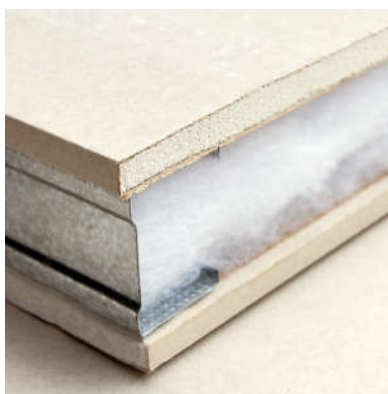


Figura 1: Lã de pet em sistema drywall com placas de gesso acartonado.
Fonte: Trisoft Conforto Sustentável.

Segundo Aline Eira, 2015, possui ótimo custo-benefício, pois é um material leve podendo ser embalado a vácuo e garantindo um transporte mais barato, é antialérgico e dispensa o uso de luvas e máscaras, a obra fica mais limpa e a instalação é mais rápida, não sofre deformação ao longo do tempo, podendo ficar em contato com a umidade sem perder suas propriedades originais. É um material ecologicamente correto e eficiente que utiliza garrafas plásticas, material que é frequentemente descartado na natureza. O isolamento tem uma vida útil de aproximadamente 100 (cem) anos e é 100% reciclável.

As garrafas pet são recolhidas por catadores e enviadas em fardos para a reciclagem, depois de passam por um processo de seleção, lavagem, moagem e secagem, posteriormente

passam por um processo de compactação a baixa temperatura e pressão. Não é utilizada água e nenhum tipo de resina na composição.

4.2 Isolamento acústico com aglomerado de cortiça expandida

O aglomerado de cortiça expandida é um produto natural, de origem vegetal, extraído da casca do sobreiro, árvore da família do carvalho, que possui uma grande capacidade de absorção de ruído. Segundo a Empresa Amorim, estima-se que todos os anos, as florestas com sobreiro retenham até 14 milhões de toneladas de CO₂, uma ajuda importante para a redução dos gases com efeito de estufa, e as árvores não são cortadas para a extração da cortiça. O produto é obtido através de um procedimento com vapor d'água e nele não são utilizados materiais poluentes, aditivos ou agentes de expansão externos à própria cortiça natural, sendo um produto ecologicamente correto e 100% reciclável. A cortiça demonstra o seu superior desempenho ambiental de acordo com normas que constituem um padrão de referência para edifícios sustentáveis. O aglomerado de cortiça expandida é fabricado na Europa e ainda tem seu uso restrito no Brasil.

É utilizado normalmente em auditórios, salas de aula ou sala de reuniões. O material pode ser utilizado em sistemas tipo sanduiche, como o drywall, ou pode ser colocado no piso e em revestimento de paredes e forros. As placas tem entre 1000x500mm e espessuras de 10mm a 300mm.



Figura 2: Placas de aglomerado de cortiça expandida.
Fonte: Jornal da Construção, 2015.



Figura 3: Aglomerado de cortiça expandida utilizado em revestimento de parede.
Fonte: Inex Revestimentos.

A cortiça é formada por um agregado de células, sendo duas delas completamente impermeáveis líquidos e a gases. Mais de 50% do seu volume é ar, o que a torna leve, possui grande elasticidade que permite adaptar-se a variações de temperatura e de pressão, é um retardador natural de fogo, não faz chama e não libera gases tóxicos durante a combustão, tem uma combustão lenta e é muito resistente ao atrito. Como não absorve pó, contribui para a proteção contra alergias, possui grande versatilidade e permite que seja facilmente esculpida, cortada e moldada, contendo grandes propriedades isolantes de calor, frio, som e vibrações e uma durabilidade de 50 anos.

4.3 Isolamento acústico com fibra de coco verde

No Brasil há bastante consumo de coco e as cascas desta fruta são descartadas no meio ambiente e levam de 8 a 12 anos para se decompor, provocando problemas devido ao seu grande volume. Os resíduos desta fruta podem ser utilizados na construção civil como isolante acústico. A fibra do coco é extraída de sua casca, que compõe uma parte fibrosa de boa resistência, resiliência e baixa densidade, uma fibra rígida e dura. Segundo Rosa (2013), a extração da fibra do coco é feita em uma máquina composta por uma prensa que retira o líquido e outra máquina que classifica e separa a fibra do pó, e a tritura. Depois o material é compactado e recebe um revestimento, sem a utilização de materiais poluentes.

A fibra de coco apresenta excelentes resultados na absorção de ondas de baixa frequência, resistência e durabilidade e cumpre com as necessidades técnicas exigidas. É versátil e indicado para isolamento termo acústico por ser uma matéria prima natural e renovável (SENHORAS, 2005).

A utilização da fibra do coco na confecção de placas com a finalidade de isolamento acústico tem ganhado o mercado devido ao seu custo benefício e sustentabilidade. Esta placa absorve e redistribui os ruídos de forma mais suave, permitindo leveza e qualidade acústica nos ambientes. Possui boa resistência mecânica, durabilidade de mais de 100 (cem) anos sem perda de características técnicas, permite troca de calor com o ambiente, é resistente a impactos, biodegradável e reciclável e é um material com efeito retardante de chamas. As placas são leves e de fácil aplicação. Podem ser utilizadas em preenchimento de paredes, pisos e forros. Possuem dimensões de 1000x 1000mm e espessura de 50 mm ou 25mm.



Figura 4: Placa Acústica de Fibra de Coco
Fonte: Coquim, 2015.

4.4 Isolamento acústico em forro mineral

Segundo ARCOLINI (2015), para isolar o som, seja em um auditório, teatro, escola ou hospital, é requisito básico que a estrutura do ambiente seja condizente com o tipo de isolamento acústico necessário para a atividade do local. O forro mineral é um elemento fibroso que converte parte do som que incide sobre ele em calor. Quanto maior a parcela absorvida, maior o isolamento acústico. Com diversas especificações, possibilita diferentes tipos de isolamento acústico conforme as necessidades de cada espaço.

O forro é produzido com fibra mineral biossolúvel extraída de minérios (cálcio, magnésio e silicato) e compostos naturais livres de formaldeído, amianto ou qualquer substância poluente, não oferecendo nenhum risco ao meio ambiente e à saúde. Atende aos requisitos internacionais de sustentabilidade, pode ser reciclado e sua fabricação aproveita 100% dos resíduos utilizados. As placas para o forro mineral são flexíveis, têm baixo peso e excelentes propriedades acústicas. É antialérgica, possui proteção contra fungos e bactérias e é resistente ao fogo.

O forro mineral é modular e seu formato permite que a placa seja facilmente instalada ou removida, possui diversidade quanto aos tipos de tamanhos e espessuras das placas, além dos acabamentos que podem ser fissurados, texturizados, lisos, metálicos ou madeirados. Os painéis estão disponíveis nas dimensões 625x625mm, com espessuras de 15mm, 19mm ou 40mm, eles também podem ser customizados.

A instalação das placas é rápida e prática, e sua limpeza não requer muito trabalho. Possui resistência à umidade relativa do ar, porém, os forros não devem ser expostos a temperaturas superiores a 40°C, nem à umidade relativa do ar acima de 90% e não deve ser instalado em áreas externas ou internas abertas. O produto é frágil e é necessário ter cuidado no transporte e na armazenagem do produto.



Figura 5: Forro mineral.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O isolamento acústico nas escolas é fundamental para que os ruídos externos, e até mesmo da própria escola, não influenciem no aprendizado dos alunos. Com as análises de referências, foi possível observar que parte das escolas não recorrem ao projeto acústico por ter valor elevado. Os recursos das escolas precisam parar de ser vistos como despesas e sim como investimento na educação, uma vez que a base do aprendizado é a comunicação entre o docente e o educando.

Dentre as soluções acústicas, as sustentáveis oferecem ótimas características, nelas não são utilizados materiais poluentes, a maioria retarda a propagação de fogo e não libera gases tóxicos durante a combustão. A sua colocação dispensa o uso de máscaras e luvas por não se tratar de materiais prejudiciais à saúde, além de serem antialérgicos. Também oferecem ótima absorção acústica e algumas inclusive ajudam no conforto térmico, sua aplicação é fácil e ágil, não geram resíduos, o que resulta em uma obra rápida e limpa. Podem também ser usadas para compor o sistema drywall, que hoje em dia é bastante utilizado em paredes com isolamentos. Logo, estes materiais possuem um ótimo custo-benefício.

Tabela Comparativa Dos Materiais Sustentáveis				
	Lã de Pet	Aglomerado de Cortiça Expandida	Fibra de Coco	Forro Mineral
Origem	Reciclagem	Vegetal	Fibra natural	Minérios
Durabilidade	100 anos	50 anos	100 anos	Não informado

Pontos Positivos	Custo-benefício, material leve de rápida instalação, antialérgico, pode ficar em contato com a umidade.	Impermeável a líquidos e a gases, adapta-se a variações de temperatura, e a combustão é lenta.	Custo-benefício, boa resistência mecânica, permite troca de calor com o ambiente e tem efeito retardante de chamas.	Resistente a umidade relativa do ar e ao fogo, antialérgico, fácil instalação, pode ser facilmente modelado e possui boa aparência.
Pontos Negativos	-	Pouco utilizado no Brasil pois é fabricado na Europa.	-	Produto é frágil com necessidade de cuidados no seu transporte e armazenamento. Não deve ser instalado em áreas externas ou internas abertas.

Todos os materiais acima analisados são eficientes em isolamento acústico e atingem as normas técnicas exigidas para a função e também os requisitos para serem um material sustentável. Porém, tanto a lã de pet como a fibra de coco se mostram como as melhores opções pois não apresentam pontos negativos. Atualmente, no Brasil, o mais utilizado deles é a lã de pet.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade sonora nas escolas é um assunto que tem gerado diversas pesquisas e debates, muitas publicações sobre o assunto relatam que, de modo geral, boa parte dos centros de aprendizado estão inadequados quando o assunto é conforto acústico. Estudos mostram alunos e professores reclamando de problemas acústicos e como isso afeta no seu desempenho em aula.

O investimento em isolamento e revestimento acústico garante melhor qualidade no ensino e também contribui para que os professores não precisem forçar o seu instrumento de trabalho, a voz. Garantindo assim um ambiente propício para a transmissão de conhecimento e aprendizado e evitando problemas futuros como comprometimento da audição, dificuldade no aprendizado, cansaço, estresse, entre outros.

Outro assunto emergente no momento é a sustentabilidade, a qual pode ser grande aliada à construção. Estimativas do Ministério do Meio Ambiente apontam que mais de 50%

dos resíduos sólidos gerados pelos humanos sejam provenientes de construções e na busca de minimizar os impactos ambientais causados pelas construções, surgem então os projetos sustentáveis.

Diante desta conscientização, os materiais sustentáveis ganham destaque, pois mantêm os mesmos níveis de qualidade, eficiência e inclusive preço dos materiais convencionais, além de melhorar o apelo comercial da obra e contribuir para um ambiente melhor. Junto as técnicas acústicas sustentáveis, vale citar outras alternativas para uma obra ecologicamente correta, como a utilização de pisos sustentáveis, tinta mineral natural, telhados verdes, energia fotovoltaica, entre outros, que podem gerar novas pesquisas.

Portanto, é necessário para o projeto de uma escola, realizar estudos de qualidade acústica garantindo um bom desempenho dos que a utilizam. Junto a isto, utilizar como solução, um material ecologicamente correto para isolamento acústico.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Joana Maria Figueiredo Mota de. **Caracterização do Conforto Acústico em Escolas.**2009. Relatório de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Acesso em: 4 abril. 2017.

ARCOLINI, Tatiana; BARRADAS, Paula. **Forros minerais proporcionam isolamento acústico a cinemas, auditórios e escolas.**Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/forros-minerais-proporcionam-isolamento-acustico-a-cinemas-auditorios-e-escolas_6504_10_0>. Acesso em 19 abr. 2017.

COQUIM. **Placa Acústica.** Disponível em: <<http://coquim.com.br/conteudo.php?area=produtos&id=27>>. Acesso em 19 abr. 2017.

COSTA, Luciano Carlos Azevedo da.**Proposta Metodológica a partir da Modelagem Bayesiana para Estudo Acústico em Salas de Aula.** 2011. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Acesso em 22 abr. 2017.

ECOCASA. **Aglomerado de cortiça.** Disponível em: <http://www.ecocasa.pt/userfiles/file/AGLOMERADO_CORTICA.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2017.

EIRA, Aline. **Lã de Pet substitui com eficiência Lã de Rocha e de Vidro em isolamento térmico e conforto acústico.**2015. Disponível em:

<<http://www.trisoft.com.br/blog/la-de-pet-substitui-la-de-rocha-vidro-isolamento-termico-acustico/>>. Acesso em 18 abr. 2017.

EMARKET. **Tratamentos acústicos nas escolas e o aprendizado dos alunos.** 2015. Disponível em: <<http://www.amplitudeacustica.com.br/blog/tratamentos-acusticos-nas-escolas-e-o-aprendizado-dos-alunos/>>. Acesso em 4 abr. 2017.

FERNANDES, Joao Candido. **Padronização das Condições Acústicas para Salas de Aula.** 2006. XIII Simpósio de Engenharia de Produção. Acesso em 22 abr. 2017.

ISOCOR. **Aglomerado de cortiça expandida.** Disponível em: http://gessosibericos.com/fachadas/1%20Isolamento%20termico%20de%20fachadas/1.1%20ETICS/6783_AGLNEGROCORTICAEXP_FT.PDF>. Acesso em: 18 abr. 2017.

ISOVER. **Descubra porque é importante o tratamento acústico na escola.** 2016. Disponível em: <<http://www.isover.com.br/noticias/descubra-porque-e-importante-o-tratamento-acustico-na-escola>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

ISULFRAX. **Fibra Biosolúvel.** Disponível em: <<http://www.fibrabiosolovel.com.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

JORNAL DA CONSTRUÇÃO. **Aglomerado de Cortiça Expandida Sofalca obtém Declaração Ambiental de Produto.** 2015. Disponível em: <<http://www.jornaldaconstrucao.pt/index.php?id=8&n=4828>>. Acesso em 18 abr. 2017.

MAYER, Philippe Jean Henri. **Tratamento Acústico com placas de fibra de coco: mitos e verdades sobre isolamento e absorção.** 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/tratamento-ac%C3%BAstico-com-placas-de-fibra-coco-mitos-e-philippe?articleId=6923040682978432871>>. Acesso em 19 abr. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

MOURA, Nuno Graça. **100% naturais e de longa durabilidade.** Disponível em: <<http://www.amorim.com/unidades-de-negocio/isolamentos/>>. Acesso em 18 abr. 2017.

PORTAL DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Soluções construtivas.** Disponível em: <<http://www.csustentavel.com/solucoes-construtivas/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SENHORAS, E. **Estratégia de uma Agenda para a Cadeia Agroindustrial do Coco.** Campinas: Ed. ESC, 2003.

SERRANO, Pablo. **Acústica Sustentável – Mito ou Realidade?.** 2016. Disponível em: <<http://portalacustica.info/acustica-sustentavel-mito-ou-realidade/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SULMÓDULOS. **Forro Mineral.** Disponível em: <<http://www.sulmodulos.com.br/produtos/forro-mineral/>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

ZWIRTES, Daniele Petri Zanardo. **Avaliação do Desempenho Acústico de Salas de Aula: Estudo de Caso Nas Escolas Estaduais do Paraná.**2016.Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Acesso em: 18 abr. 2017.