

Isolamento acústico nas escolas, estudo de caso nas escolas públicas: casa da criança Nossa Senhora de Fátima e Santa Rosa Vónerini localizadas na cidade de Paripiranga/BA**Acoustic insulation in schools, case study in public schools: casa da child our lady of Fátima and Santa Rosa Vónerini located in the city of Paripiranga / BA**

DOI: 10.34140/bjbv2n3-064

Recebimento dos originais: 20/05//2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

Jorge Luis Oliveira Silva

Pós graduado em Segurança do Trabalho pela faculdade Futura

Instituição: Faculdade Futura

Endereço: Avenida Vale do Sol, 4876 - Vale do Sol, Votuporanga - SP, Brasil

E-mail: jorge.oliveiras@hotmail.com

Everton Nogueira Carvalho

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Ages- UNIAGES

Instituição: Centro Universitário Ages- UNIAGES

Endereço: Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Centro, Paripiranga - BA, Brasil

E-mail: everton_ncarvalho@hotmail.com

Bárbara de Santana Nogueira

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Tiradentes UNIT

Instituição: Universidade Tiradentes-UNIT

Endereço: R. Lagarto, 236 - Centro, Aracaju - SE, Brasil

E-mail: santana.nogueirabarbara@gmail.com

Ana Luiza Rabêlo Santa Rosa Lima

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Ages- UNIAGES

Instituição: Centro Universitário Ages- UNIAGES

Endereço: Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Centro, Paripiranga – BA, Brasil

E-mail: ana_luizasr@hotmail.com

Fabricio Ribeiro Matos

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Ages- UNIAGES

Instituição: Centro Universitário Ages- UNIAGES

Endereço: Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Centro, Paripiranga – BA, Brasil

E-mail: fabricio.ribeiro22@hotmail.com

Danillo Oliveira Leal

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Ages- UNIAGES

Instituição: Centro Universitário Ages- UNIAGES

Endereço: Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Centro, Paripiranga – BA, Brasil

E-mail: danillooliveiraleal@gmail.com

Fabricia Lima de Matos Varjão

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Ages- UNIAGES

Instituição: Centro Universitário Ages- UNIAGES

Endereço: Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Centro, Paripiranga – BA, Brasil

E-mail: fabricia.liima@hotmail.com

Malena Rabelo de Andrade

Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Ages- UNIAGES

Instituição: Centro Universitário Ages- UNIAGES

Endereço: Avenida Universitária, 23 - Parque das Palmeiras, Centro, Paripiranga – BA, Brasil

E-mail: malenarabelo@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo discutir de forma geral o que é isolamento acústico, tendo em vista a utilização de materiais que beneficie o melhor conforto do ser humano, em especial dos estudantes e professores da rede pública. Tal trabalho tem como objetivo também mostrar a correta aplicação de materiais que estão sendo difundidos no Brasil, no que se diz respeito ao isolamento acústico. O método utilizado teve como base uma pesquisa explicativa pautada em artigos, bibliografias, sites governamentais e Normas técnicas que tornaram possível desenvolver ampla discussão sobre *a necessidade da acústica para o conforto do ser humano e como esta interfere no aprendizado em sala de aula*. Através desta pesquisa foi possível perceber a importância da isolamento acústica para a melhor qualidade de vida da população. Sendo notório o descaso e irrelevância por parte dos engenheiros, arquitetos e principalmente do poder público sobre tais assuntos e materiais utilizados para minimizar os efeitos do ruído.

Palavras-chave: Isolamento acústico, Ambiente Escolar, Conforto, Propagação de Ruído.

ABSTRACT

This research aimed to discuss in general what is acoustic insulation, in view of the use of materials that benefit the best comfort of the human being, especially of students and teachers from public schools. This work also aims to show the correct application of materials that are being disseminated in Brazil, with regard to acoustic insulation. The method used was based on explanatory research based on articles, bibliographies, government websites and technical standards that made it possible to develop a broad discussion on the need for acoustics for the comfort of human beings and how it interferes with learning in the classroom. Through this research it was possible to realize the importance of acoustic insulation for the better quality of life of the population. The negligence and irrelevance on the part of engineers, architects and especially the public authorities on such subjects and materials used to minimize the effects of noise are notorious.

Keywords: Sound insulation, School environment, Comfort, Noise Propagation.

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, com alto índice populacional, nota-se que a construção civil tem altos níveis de crescimento principalmente no que diz respeito à construção públicas, seja de escolas, hospitais, praças, porém devido ao crescimento desordenado, há um desequilíbrio, ou seja, poucas áreas institucionais para um grande número de habitantes. Assim de acordo com Edwards

(2013), com o crescimento desordenado e deslocamento da população humana para as cidades afeta diretamente os recursos naturais e a cadeia de resíduos, por consequência desestabilizando a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

No Brasil, coma poluição, má destinação dos resíduos sólidos e o crescimento das construções para habitações, a cada vez menos espaço apropriado para a construção pública, assim, muitas prefeituras compram ou alugam espaços para que se instalem postos de saúde e escolas, causando problemas como a falta de isolamento e conforto acústico. Tais problemas ocorrem devido à falta de planejamento, pois tais ambientes não são projetados para receber um grande número de pessoas ao mesmo tempo, como a escola que foi analisada.

Na construção de residências os principais materiais empregados são o bloco cerâmico e de concreto que possui características isolantes, porém não é suficiente para determinadas aplicações que necessite de elevado grau de atenuação. Desta forma, com o intuito de controlar os efeitos do ruído, Barreiros e Sopchaki (2013), sugerem que o controle da exposição ao ruído seja um conjunto de medidas técnicas que visa à atenuação ou a eliminação do ruído e de seus efeitos em determinado ambiente.

A NR17 que trata sobre ergonomia diz que os locais devem ser dotados de condições acústicas adequadas, adotando-se de medidas que atendas aos itens da norma brasileira NBR-10152/87 que é a única a estabelecer uma diretriz, ou seja, um valor mínimo e um valor máximo aceitável para o ruído ambiente.

Tendo em vista que, para que haja qualidade acústica em um espaço deve haver tanto correções acústicas num espaço, para que os sons aí emitidos sejam perceptíveis de uma forma adequada; e também o isolamento sonoro que evita que determinado ruído passe para outro espaço. Para Andrade (2009):

O processo de planeamento prévio aquando da concepção dos espaços e aplicação dos materiais de construção, evitam futuros problemas acústicos e reduzem substancialmente o investimento quando comparado com a renovação de salas mal projetadas. Em relação à questão monetária inerente à construção ou renovação de espaços com soluções aplicadas para a resolução de problemas acústicos, nem sempre a falta de recursos é a explicação para a falta de qualidade. (ANDRADE p. 1-2, 2009)

Para Ferreira (2008), o papel dos arquitetos, engenheiros, técnicos e projetistas no desenvolvimento das cidades e na adequação do edifício à dinâmica das transformações contemporâneas são imprescindíveis. Estes devem considerar que a edificação escolar, onde a inteligibilidade da fala é fundamental, necessita de tratamento acústico. Alguns arquitetos têm dificuldade de compreender a acústica como parte do projeto arquitetônico. As condições acústicas

adequadas contribuem para um melhor aprendizado nas salas de aula, contudo essa característica tem sido frequentemente negligenciada.

Assim, deve se ter um cuidado para a utilização materiais que tenham propriedades isolantes, principalmente em escolas. Os mais convencionais para minimizar os ruídos são a lã de vidro, espuma acústica, fibra mineral, lã de rocha entre outros que estão sendo bastante difundidos no Brasil. Tais materiais são normalmente utilizados em apartamentos, porém tais técnicas e materiais que irão ser apresentados pode ser empregado em diferentes ambientes a fim de minimizar as exposições aos ruídos.

Este trabalho tem papel contribuir para a transformação das concepções dos profissionais e órgãos públicos sobre a situação da acústica de edificações escolares, para que o descaso sobre o assunto se transforme numa atitude de intervenção consciente, pois a falta deste traz graves consequências seja para os estudantes como para os professores.

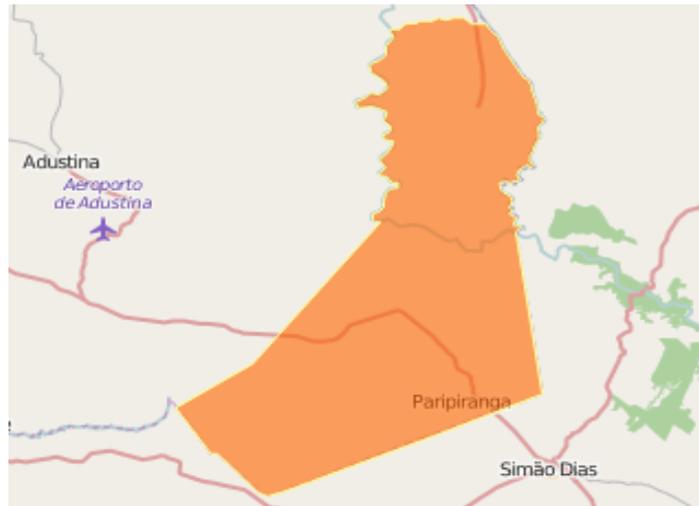
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Área de estudo e caso piloto

O município de Paripiranga, segundo o IBGE (2016) é situado no interior da Bahia, e faz divisa com Sergipe, localiza-se na Zona do Nordeste, e está incluído no Polígono das Secas. Limita-se com os municípios de Adustina, Cícero Dantas, Jeremoabo, Simão Dias e Poço Verde. De acordo com o mesmo, a população em 2010 de 27.778 habitantes e uma estimativa para o ano de 2016 de 29.878 pessoas.

O clima do município é frio e seco no inverno e quente e seco no verão, banhado pelos rios vaza-barris, e apresenta topografia acidentada. De origem mineral, existem jazidas exploradas de pedra para construção, manganês e pedra calcária e não exploradas de cristal de rocha. O revestimento florístico do município é rico, revelando a existência de madeiras de lei, destacando-se pau d'arco, jacarandá, pau-ferro.

Figura 1: Mapa de Paripiranga



Fonte: IBGE (2016)

Na cidade de Paripiranga possui uma faculdade que atraem tanto os estudantes, como famílias em busca de condições melhores, pois podem trabalhar na mesma. Assim, seus filhos necessitam estudar, assim o número de escolas não é suficiente para atender a todos, por isso, como já foi dito, foi instalado escolas em antigas residências, para atender as necessidades dos moradores.

A Escola Casa da Criança Nossa Senhora de Fátima e Santa Rosa Vónerini, está situada na Rua Josafá Carregosa, tem como Diretora a Professora Graziela Leal, onde foi fundada em 1988, pela Irmã Cesira Moncinelly. O prédio em questão era a residência da Irmã, onde a mesma sentiu a necessidade de criar uma Casa que comportasse alunos do ensino primário e posterior ensino fundamental I, com 7 salas com em média de 23 a 29 alunos, e sua horário de funcionamento é das 8h às 16h 45 min, com os alunos de idade a partir de 4 a 13 anos.

Acústica e conforto ambiental

Segundo Corbella (2013) existem vários tipos de conforto ambiental, entre eles destaca-se: o conforto térmico onde se analisa parâmetros climáticos; o conforto visual que zela por uma boa iluminação para que se venha realizar algum tipo de atividade em condições necessárias; e o conforto acústico onde significa que nestes ambientes as pessoas possam escutar bem, ou seja, que a arquitetura não influencie negativamente sobre a capacidade de escutar adequadamente.

De acordo Edwards (2013), o conforto é essencial para a criação de ambientes humanos saudáveis, que pode ser alcançado por meio de um maior isolamento, com adoção de princípios como a paredes verdes, que permite a edificação funcionarem como pulmões, eliminando os movimentos de ar não desejados (corretes de ar).

Segundo Mateus (2008), acústica é a ciência que se dedica ao estudo do som e/ou ruído, em meio gasoso, líquido ou sólido e às suas inter-relações com o ser humano. Já para Schmid (2005) uma pessoa está confortavelmente com relação ao ambiente construído quando pode observá-lo ou senti-lo sem preocupação ou incômodo assim se diz que a pessoa está em um ambiente físico confortável.

Assim, é notório que o conforto acústico influencia diretamente no cotidiano das pessoas, seja positivamente ou negativamente, pois a falta de conforto acústico gera graves problemas à saúde física e mental, como stress, desconforto, déficit de aprendizado, problemas auditivos, falta de concentração, entre outros. Com relação ao ambiente escolar tais incômodos são mais visíveis pois interfere no aprendizado dos alunos, podendo ocasionar problemas de saúde para os professores, seja auditivo, ou vocais.

Para Davi Akkerman, presidente da ProAcústica, em geral as escolas públicas têm características sofríveis quanto à qualidade acústica, pois não foram projetadas com respaldo acústico.

O assunto de qualidade acústica em salas de aulas é complexo e importante. Nos EUA, por exemplo, é obrigatório o atendimento às normas técnicas de acústica específicas para salas de aula. Isso porque a má qualidade acústica influencia diretamente no processo de aprendizado dos alunos. É necessário haver condições mínimas para que o professor use adequadamente a fala e os alunos o entendam. Atributos como, nível de ruído de fundo, tempo de reverberação sonora e índice de transmissão de fala, são imprescindíveis para o bom uso dos espaços destinados ao ensino e aprendizado. (AKKERMAN, 2015).

Interferência do ruído na Escola

Atualmente há uma preocupação com o conforto ambiental, em especial o acústico nas escolas. Estudantes necessitam de salas com boa qualidade acústica para que as barreiras sonoras que perturbam a educação sejam eliminadas. Existem por isso condições que afetam professores e alunos que prejudicam a educação, nomeadamente o fato dos alunos até aos 13 anos de idade, se encontrar numa fase de desenvolvimento da língua materna e necessitarem por isso de entender na perfeição a mensagem transmitida, assim, os professores deverão utilizar uma intensidade e tom de voz o mais livre possível de stress vocal, pois de acordo com a professora Gilsineide Menezes, do 2º ano, um dos principais incômodos nos alunos ocasionados pelos ruídos é a dificuldade em se concentrar em determinada tarefa, e para a mesma problemas nas cordas vocais são os mais frequentes entre os professores

Para Andrade (2009), existem diversos motivos que fazem de algumas escolas com baixa qualidade acústica. Destacam-se os ruídos externos ao edifício, provenientes de ruídos de tráfego; os ruídos gerados por equipamentos tais como, os computadores, o vídeo projetor ou a ventilação; os ruídos provenientes de espaços adjacentes ou de outras zonas das salas em que a divisão é feita por

paredes amovíveis ou por paredes de construção leve; e até mesmo salas que possuem demasiadas superfícies refletoras capazes de criar excesso de reverberação.

Ruídos e o meio de propagação

De acordo com Corbella (2013) um dos processos de maior relevância no conforto acústico dos edifícios seja no exterior ou no interior, são os ruídos que derivam da excitação direta do ar decorrente de fontes sonoras como televisão e rádio, ou seja, o ruído aéreo. Conforme o próprio nome o indica, este tipo de ruído propaga-se pelo ar e pode ser transmitido através dos elementos de construção. O segundo processo é originado na estrutura que envolve as construções e propaga-se por vibrações provocadas diretamente por pessoas ou objetos atuando sobre elementos construtivos do edifício. As fontes mais comuns deste tipo de ruído são a locomoção humana, a queda de objetos e a vibração de equipamentos, tais como eletrodomésticos, entre outros. Este tipo de ruído é transportado pelos elementos de construção em vibração e é transmitido aos compartimentos por radiação de paredes e pavimentos.

Segundo Saliba (2009) os ruídos são classificados em três tipos: Ruído de impacto ou impulsivo: caracteriza por ser de uma intensidade muito alta com duração muito pequena menor que um segundo, em intervalos maiores que um segundo, como por exemplo, podemos citar um disparo de uma arma, uma martelada em uma superfície metálica, e a operação de um bate estaca. Ruído intermitente: é aquele cujo nível de pressão sonora varia ± 3 dB(A) em um período de tempo menor que 15 minutos e superior a 0,2 segundos. Como exemplos têm-se afiação de ferramentas, soldagem, trânsito de veículos. Ruído contínuo: é aquele cujo nível de pressão sonora varia ± 3 dB(A) em um período de observação acima de 15 minutos. Como exemplos têm-se a chuva, compressores, ventiladores, motores elétricos.

Para Souza (2012) os ruídos externos, além de causar problemas acústicos no ambiente urbano, também são responsáveis por incômodos nos ambientes externos, é capaz de se propagar no ambiente interno dependendo do seu posicionamento. Por isso há a necessidade da análise de elementos como, sacadas, lajes, portas e janelas, pois os mesmos são responsáveis pela captação dos ruídos urbanos, interferindo no aprendizado do aluno.

Janelas e portas

As portas sempre têm uma fresta em sua parte inferior, assim de acordo com Santos (2012) quanto maior for a dimensão dessa fresta, menor será o isolamento acústico. Para uma porta de 2 m²

de superfície tendo frestas de 0,5 mm o isolamento máximo será de 36dB chegando a 17 dB, caso a fresta seja de 40 mm.

As janelas embora tenham um papel importante quando se fala em desempenho acústico, luminoso e térmico de uma edificação, Santos (2012) ressalta que tais componentes são mal utilizados no Brasil, pois ainda são projetados e executados por carpinteiros, serralheiros que continuam a fabricá-las como há 50 anos, sem nenhuma melhoria tecnológica de eficiência visando aos aspectos de conforto.

Segundo Santos (2012), através de ensaios laboratoriais, pode se classificar as janelas em dois grupos distintos, tais como boa estanqueidade sonora (que atinge o Índice de Redução Sonora) exemplo do maxi-ar usado em prédios de escritórios; e baixa estanqueidade sonora (que não atinge o Índice de Redução Sonora) exemplo das janelas de correr usados comumente em prédios habitacionais.

A escola fica localizada na Rua Josafá Carregosa, onde como mostra a figura 2, as salas estão expostas aos barulhos externos, além do mais as portas e janelas são matérias de madeira e metal, que não auxilia na diminuição do ruído e da propagação do som, afetando assim a qualidade e aprendizagem do aluno, onde de acordo com a professora Gilsineide um dos principais incômodos ocasionados pelo ruído é a falta de concentração por parte dos alunos.

Figura 2: uma das janelas e portas da Escola



Fonte: Nogueira, 2015

Paredes, pisos, telhados e lajes

Quando se fala em qualidade acústica, deve-se levar em consideração a geometria da sala, os materiais construtivos, os locais de abertura, existência de lousas acústicas, além de considerar também o ruído de salas vizinhas, pois interrompem o processo de aprendizagem, especialmente durante os períodos de leitura e de provas. Mateus (2008) há alguns anos, quando as paredes das escolas eram construídas com tijolos maciços ou blocos de concreto, este não era um problema muito grave. Em décadas recentes, a necessidade de diminuir os custos da construção civil levou ao uso de paredes finas com materiais leves, que oferecem redução mínima do ruído.

Santos Neto (2006) salienta que paredes com grande porosidade tende a apresentar baixo isolamento acústico, mesmo tendo bom desempenho quanto a rigidez e massa, também os fenômenos de ressonância ocorrem em frequência que dependem das dimensões da parede. Para Mateus (2008) locais envolvidos por paredes côncavas, geram distribuições de energia sonora não uniforme podendo ocasionar a focalização de ondas acústicas em determinados ambientes.

De forma geral, para tratamento acústico de salas de aula, utilizam-se materiais absorvedores de som, vidros duplos, carpetes, forros acústicos e paredes mais espessas e sem aresta vazada com o teto, a fim de evitar vazamentos acústicos de uma sala para a outra. Em salas com ar condicionado também devem ser tomados cuidados para que estes não gerem ruídos excessivos (FRANGOS, 2003).

Na figura3, o telhado é de telhas cerâmicas, sem qualquer tipo de forro, onde a propagação do ruído ocorre com maior intensidade, pois o material empregado não possui qualquer tipo de tratamento para melhorar o isolamento acústico.

Figura 3: Telhado da escola



Fonte: Nogueira, 2015

Materiais, Absorção e tempo de Reverberação

Para obter um ambiente sonoro com qualidade dever-se frisar a minimização do ruído de fundo do espaço em estudo; ajustamento das características de reverberação do espaço a ser utilizado; e correta distribuição do som no interior do espaço fechado.

Segundo Souza (2012) quando uma onda sonora se propaga no ar, ao encontrar uma barreira (uma parede dura, por exemplo), ela se reflete, como a luz em um espelho, gerando uma onda sonora refletida. Num ambiente fechado ocorrem muitas reflexões do som, fazendo com que os ouvintes escutem o som direto da fonte e os vários sons refletidos. Isso causa um prolongamento no tempo de duração do som, dificultando a inteligibilidade da linguagem. A esse fenômeno, muito comum em grandes igrejas e escolas, chama-se reverberação.

Sendo assim, analisando os resultados, verificaram que o isolamento das fachadas é bom, porém o isolamento entre as salas de aula e áreas internas comuns é ruim devido à existência de portas e janelas inadequadas. O tempo de reverberação depende do volume da sala; da área dos materiais das paredes, pisos e tetos e da quantidade de pessoas, móveis e objetos dentro das salas. O TR depende também da frequência do sinal em estudo, pois para melhor avaliação é necessário considerar diferentes frequências. O tempo de reverberação deve estar de acordo com o uso do espaço, não devendo persistir no ambiente por muito tempo para não perturbar a clara percepção do som, mas também, não desaparecendo imediatamente a fim de prejudicar a percepção de alguns tipos de fontes sonoras (LOSSO, 2003).

Seep et al. (2002) afirmam que o melhor projeto de sala de aula poderia ser obtido transferindo parte da absorção do forro para as paredes, mantendo a região central do teto sem qualquer revestimento para a reflexão da voz do professor em direção ao fundo da sala, pois, um teto que absorve parcialmente e reflete parcialmente pode ser facilmente construído com uma grade de sustentação padrão. Simplesmente colocam-se as placas acústicas ao redor do perímetro do teto e as placas de gesso no centro da grade. Para refletir mais som para o fundo da sala o teto pode ser chanfrado acima da posição do professor, na frente da sala de aula. Esta superfície refletora deve ser construída com material duro, como compensado ou placa de gesso, podendo ser pintada no mesmo padrão da sala. A colocação de materiais absorventes nas paredes reduz o tempo de reverberação e acaba com os ecos, e com forração no piso a acústica torna-se muito boa.

Redução de ruídos e vibrações – isolamento

Segundo Souza (2012) a isolamento das vibrações envolve a utilização de materiais resilientes, lajes-flutuantes ou descontinuidade das estruturas. Um material resiliente indicado pelo autor é

borracha, que tem a capacidade para amortecer a onda sonora, é utilizado para recobrimento do solo, e quanto mais elástico mais eficiente pois possui alta capacidade de não deformar, quando uma força é aplicada sobre ele.

O mesmo autor indica a utilização de lajes-flutuantes que são apoiadas na edificação, pois são estruturas construídas sobre a outra laje porém com fibras de vidro que passa por dentro da vigota para amortecer a onda sonora

Reduzido os ruídos aéreos – isolamento

Como já citado os principais elementos responsáveis pela propagação de ruídos aéreos para o interior de um ambiente são janelas, portas, paredes, pisos e frestas. Para que uma superfície promova isolamento depende de sua massa, e de sua inflexibilidade e capacidade de amortecimento de ondas sonoras, segundo Souza (2012) sons provenientes do ambiente adjacente são facilmente percebidos. Assim o valor de 4dB corresponde ao aumento do índice de atenuação para cada vez que se dobra a frequência, da mesma forma que o índice de atenuação aumenta cerca de 4dB para cada vez que se dobra a massa do material.

Porém tal solução não é economicamente viável tão pouco ecológico, assim outra solução é a composição de paredes duplas com aplicação de materiais absorventes que quanto maior o espaço entre elas maior o isolamento acústico.

Em relação a portas e janelas, o isolamento alcançado depende da massa da folha da porta e sua montagem. Uma solução encontrada e que pode ser aplicado na Escola é a projeção de halls tratados com materiais absorventes que se evita a reflexão de sons

3 METODOLOGIA

O método a ser aplicado para realização deste é o de pesquisa e leitura de artigos que sejam reconhecidos e relacionados ao tema proposto, bibliografias que ressaltem a necessidade da acústica para o conforto do ser humano, e pesquisas com os professores e alunos sobre o nível de ruído e eco no local estudado, e como isso afeta o desenvolvimento e aprendizado do aluno, bem como a saúde do professor. Por fim e o mais importante para o sucesso deste artigo é a análise da construção analisada, que por não ser uma construção apropriada para receber uma escola, não possui um alto nível de isolamento acústico e reverberação.

4 CONCLUSÃO

Através desta pesquisa do possível perceber a importância da isolamento acústica para a melhor qualidade de vida da população. Sendo notório o descaso e irrelevância por parte dos engenheiros, arquitetos e principalmente do poder público sobre tais assuntos e materiais utilizados para minimizar os efeitos do ruído. Este estudo teve como objetivo a caracterização e análise da qualidade acústica em escolas, pois tais locais a palavra é o principal instrumento para a aprendizagem, assim quando algo interfere nesse instrumento, por conta dos ruídos internos e externos, há graves problemas relacionados à saúde física e psicológica, seja dos estudantes ou alunos. Os benefícios de um bom conforto acústico são diversos, pois proporciona uma aprendizagem adequada e elimina o stress por parte dos professores.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10152/87 - Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro. 1987

ANDRADE, Joana Maria Figueiredo Mota de. **Caracterização do conforto Acústico em escolas**. Portugal, 2009. Tese (Mestre em Engenharia Civil — Especialização em construções). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Disponível em <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59395/1/000142417.pdf>> acessado em 03 de Maio de 2016

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 2ª Edição, São Paulo: Edgard Blücher, 2011

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para trópicos: conforto ambiental**. 2º ed – Rio de Janeiro: Renan, 2009

EDWARDS, Brian. **Guia básico para a sustentabilidade**. 1ª ed. 2ª impressão. Barcelona – Editora Gustavo Gili Ltda, 2013

FERNANDES, J. C. **O Ruído Ambiental: Seus Efeitos e seu Controle. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho**. Departamento de Engenharia Mecânica. UNESP - Campus de Bauru, 2002.

FERREIRA, Andressa Maria Coelho. **Avaliação do Conforto Acústico em Salas de Aula: Estudo de Caso na Universidade Federal do Paraná**. Curitiba, 2006. Tese (Mestre em Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Paraná. Disponível em <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_062.pdf> acesso em 04 de Maio de 2016

FRANGOS, A. **School districts spend to ensure good acoustics**. Wall Street Journal, New York, 2003.

GONÇALVES, Edwar Abreu. **Manual de segurança e saúde no trabalho**. 5º ed. – São Paulo: LTr, 2011.

LITTLEFIELD, David. **Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto**. 3º ed. – porto alegre: Bookmam, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico do município**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=292380&search=||info%20gr%20E1%20ficos:-hist%20F3rico>> acesso em 09 de maio de 2016

_____ **Censo Populacional estimado 2015**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=292380&search=||info%20gr%20E1%20ficos:-informa%20E7%20F5es-completas>> Acesso em 09 de maio de 2016

LOSSO, M. A. F. **Qualidade acústica de edificações escolares em Santa Catarina: avaliação e elaboração de diretrizes para projeto e implantação**. Florianópolis, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - PGCC, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

MAIA, P. A. **Estimativa de exposições não contínuas a ruído: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil**. Campinas: 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/CTN/teses_conteudo.asp?retorno=137>. Acesso em: 04 de Maio de 2016.

MATEUS, Diogo. **Acústica de edifícios e controle de ruído**. 2008 disponível em <<http://paginas.fe.up.pt/~earpe/conteudos/ARE/Apontamentosdadisciplina.pdf>> acesso em 09 de maio de 2016

OITICICA, Maria Lúcia Gondim da Rosa. **Acústica e aprendizagem: problemática das salas de aula**. Disponível em <<http://gw3mn.com.br/site/index.php/revista-em-foco-n-17/90-acustica-x-aprendizagem-a-problematica-das-salas-de-aula>> acesso em 02 de maio de 2016

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**. 8. ed. São Paulo: LTr Editora, 2014.

SANTOS, Jorge Luiz Pizzutti dos. **Isolamento sonoro de repartições arquitetônicas** - Santa Maria: Ed. da UFSM, 2012.

SEEP, B.; GLOSEMEYER, R.; HULCE, E.; LINN, M.; AYTAR, P. Acústica de salas de aula. **Revista de Acústica e Vibrações**, n. 29, 2002.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A ideia de conforto: Reflexões sobre o ambiente construído** - Pacto ambiental, 2005

SOUZA, Léa Cristina Lucas de; ALMEIDA, Manuela Guedes de; BRAGANÇA, Luís. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica: Ouvindo a arquitetura** - São Carlos: EdUFSCar, 2012

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as cidades brasileiras** - São Paulo: Studio Nobel, 2012