

**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO ACÚSTICA DAS SALAS DE AULAS
EM ESCOLAS PÚBLICAS NA CIDADE DE ANÁPOLIS**

**EVALUATION OF THE ACOUSTIC PERCEPTION OF CLASSROOMS
IN PUBLIC SCHOOLS FROM THE CITY OF ANÁPOLIS**

PEDRO HENRIQUE GONÇALVES

Docente e Mestre – Centro Universitário Unievangélica (Anápolis – GO)
arquiteto.ph@gmail.com Emai

JAMYLLA FERREIRA DE MELO

Graduanda – Centro Universitário Unievangélica (Anápolis – GO)
jamyllamelo@hotmail.com

FLORA CAROLINA CAMARGO

Graduanda – Centro Universitário Unievangélica (Anápolis – GO)
florafnlc@gmail.com

RAFAELLA LIMA

Graduanda – Centro Universitário Unievangélica (Anápolis – GO)
rafaelalima.arq@gmail.com

Resumo: Relato da pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade do conforto de 15 escolas públicas na cidade de Anápolis-GO. Foi medido o ruído gerado nas vias lindeiras às escolas, comparando os dados coletados com os valores aceitáveis da NBR-10152 e, em uma segunda etapa, foi realizada a avaliação da percepção dos usuários, acerca da questão dos ruídos, através da aplicação de um questionário junto a professores e alunos. O resultado mostrou que dentro das escolas o ruído é um dos causadores do déficit de aprendizagem dos alunos, afetando a concentração e a compreensão dos mesmos na maioria das instituições pesquisadas.

Palavra-chave: Acústica. Escola. Ruído.

Abstract: Search report aimed to evaluate the quality of comfort of 15 public schools in the city of Anapolis-GO. The noise generated in neighboring roads to schools was measured by comparing the data collected with acceptable values of NBR-10152 and, in a second step, assessing the perception of the users was held on the issue of noise, through the application of a questionnaire to teachers and students. The result showed that within schools noise is one of causing of student learning deficit, affecting concentration and understanding of them in most of the surveyed institutions.

Keywords: Acoustic. School. Noise.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual, fundamentada na vida urbana, tem, como uma de suas características principais, a aglomeração populacional. Este modo de vida, com todos vivendo reunidos em um só lugar, no caso, nas cidades, faz com que problemas estruturais apareçam,

sendo que, um deles, tipicamente fruto do crescimento urbano, é a poluição sonora (SANTANA *et al*, 2011).

Para garantir conforto acústico, nas edificações e também na cidade como um todo, é fundamental que se pense sobre o assunto desde o início de um projeto arquitetônico e/ou de engenharia para a obtenção da eficiência buscada e, ainda, de uma forma econômica. A intervenção após o desenvolvimento da cidade ou a correção acústica no edifício depois de realizada sua construção, em geral, não permite soluções simples. Geralmente as intervenções pós-construção encarecem o orçamento da proposta (SILVA, 2012).

Infelizmente, é possível notar, a partir de simples observações nas construções, que provavelmente os projetos de arquitetura para edificações e espaços públicos comumente não contemplam o conforto acústico desde o início. Isto porque, em se tratando de obras públicas, os principais fatores de impacto, geralmente, são o tempo de entrega e o custo final. Em muitos casos, as propostas voltadas para o conforto acústico são inexistentes, ou desconsideradas, devido ao elevado custo de alguns materiais normalmente utilizados no isolamento acústico.

Os estudos relacionados aos problemas decorrentes do ruído urbano e seus efeitos sobre o homem têm aumentado desde a segunda metade do século XX. Sendo que as pesquisas sobre os efeitos do ruído em crianças da pré-escola têm mostrado que há uma conexão entre a exposição ao ruído crônico e a alfabetização. Enquanto que escolas que dão maior atenção para as características acústicas em seus ambientes têm como consequência melhor aproveitamento escolar (MAXWELL; EVANS, 2000).

Segundo Martins *et al*. (2002), a criança de hoje tem, como única opção, estudar em salas barulhentas, onde o ruído ambiental compete com a voz do professor. O que resulta em maior esforço e elevado nível de concentração por parte do aluno.

Devemos levar em consideração que alguns fatores de suma importância interferem nas condições do conforto acústico. São eles: a duração da exposição no local onde as crianças se encontram, a influência do ruído, a sensibilidades aos ruídos e a continuidade e descontinuidade a que são submetidos (CARMO, 1999).

No tocante ao conforto acústico nas salas de aula, isto é, ao barulho produzido pelos ambientes internos e externos das escolas, este faz com que os alunos tenham dificuldades em seu aprendizado diário. Para a transmissão do conhecimento se concretizar no ambiente escolar é utilizada a comunicação verbal – a voz. Assim, fica claro que aspectos como uma boa qualidade acústica em uma sala de aula é ponto chave para que o aprendizado flua (ANDRADE, 2009).

Se o instrumento primordial para se transmitir uma mensagem de conhecimento é a voz, e é preciso que haja condições específicas para que quem fala seja compreendida, principalmente em se tratando de escolas para crianças. Desta forma, a acústica das salas das escolas deve ser trabalhada visando à aproximação entre o professor e o aluno e, conseqüente, o aumento na aprendizagem (MENEZES, 2010).

2. OBJETIVOS

Com o passar dos anos, sofremos percas auditivas as quais não percebemos e dificilmente notamos sua causa, muitos de nós não relacionamos que desde a infância a exposição a certos ambientes causaria este efeito que poderá se agravar na vida adulta.

O objetivo principal proposto para este trabalho foi o de avaliar a perspectiva acústica dos usuários em salas de aula das escolas públicas de Anápolis-GO e verificar qual seu impacto no cotidiano dos alunos e professores.

Sabe-se, pelo conhecimento popular, que as escolas públicas construídas no município de Anápolis não possuem qualidade no conforto ambiental para o usuário, surgindo daí a questão a ser respondida: Qual seria a qualidade acústica das salas de aula construídas a partir dos métodos construtivos adotados pelo município?

3. REVISÃO DE LITERATURA

Santana *et al.* (2011) e Carmo (1999) afirmam que o ruído é um grande contribuidor para a poluição a tal ponto que, nas últimas décadas, o ruído urbano tem sido apontado como a forma de poluição que atinge o maior número de pessoas. Considerada como uma questão de saúde pública e, relatada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição sonora fica atrás somente da poluição do ar e da água.

A NBR 10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico (1987), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos. No quadro 1, estão os valores referentes ao nível de conforto acústico nas escolas, de acordo com a referida norma.

Quadro 1 - Valores dB(A) e NC segundo a NBR 10152

Escolas	dB(A)	NC
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987).

Fauro, Rocha e Pereira (2011) ressaltam, como de fundamental importância, que haja um projeto arquitetônico bem fundamentado, com análise de toda a acústica nas edificações, incluindo aí as salas de aula.

3.1. ACÚSTICA NA SALA DE AULA

As condições acústicas das salas de aula precisam ser consideradas como prioridade para as entidades responsáveis, por sua real influência no processo de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente, na vida das pessoas. Em uma sala de aula a comunicação entre alunos e professores é necessária para o aluno ouvir e entender o que é dito, sem níveis elevados de ruídos que prejudiquem seu desempenho.

Entre os anos de 2009 e 2010 uma pesquisa similar a essa realizada no Estado de Pernambuco, utilizando de um método quantitativo, visou analisar as características acústicas decorrentes das atividades educacionais, considerando a poluição sonora como consequência fortemente a saúde e ao seu bem estar (VIANA, 2012).

Nos estudos de Ochoa, Araújo e Satler (2012), feitos em salas de aula na cidade de Goiânia, Goiás, fica claro que o nível de conforto acústico não está adequado nas salas de aula, principalmente nas salas onde as janelas estão viradas para as vias urbanas.

As edificações educacionais são um equipamento de relevância indiscutível na formação do ser humano, sendo estruturalmente fundamental no contexto social, cultural e econômico de um País. Com isso, devemos garantir condições mínimas de conforto ambiental aos usuários, seja térmico, acústico ou lumínico, nos espaços construídos para atender as necessidades de cada indivíduo (DALVITE *et al.*, 2007).

Oliveira (2006) comenta que a falta de conhecimento dos responsáveis pela construção, a utilização de materiais indevidos e também o pouco conhecimento sobre acústica, podem acarretar prejuízos futuros se tratando de construções educacionais, pois quando, finalizadas, agrega se consequências futuras aos alunos e professores frequentados todos os dias as suas salas de aula. Fauro, Rocha e Pereira (2011) ressaltam como

fundamental a importância de um projeto arquitetônico bem fundamentado, analisando toda a acústica nas edificações, tanto em salas de aula quanto nas demais.

Ferreira (2006) afirma que existe uma grande necessidade de estudos sobre os problemas acústicos nas construções para obter uma qualidade acústica. Entretanto, no Brasil, não existem diretrizes de como uma escola deve ser projetada, e que devemos levar em conta os parâmetros acústicos para nosso conforto, como o tempo de reverberação e o isolamento acústico.

De acordo com Ferreira (2006), o tratamento acústico influencia diretamente no aprendizado, considerando-se que, em uma sala de aula, os alunos passam a maior parte do tempo ouvindo, lendo e escrevendo, e os professores falando. O que deixa claro a conveniência de se ter uma sala de aula com a reverberação calculada e o isolamento acústico ideal.

Pode-se ver então que a audição é uma característica importante no ser humano no ato da aprendizagem, logo, é de suma importância que as condições sejam favoráveis para a disseminação do conhecimento, principalmente para as crianças. A capacidade das crianças de compreender um determinado assunto é menor do que a de um adulto, isso se dá devido ao leque de vocabulário que um adulto possui. Além disso, as crianças são mais vulneráveis às distrações advindas de ruídos externos (ANDRADE, 2009).

3.1.1. CONTROLE DO RUÍDO NAS SALAS DE AULA

O desenvolvimento do projeto arquitetônico de salas de aula abrange o planejamento acústico, o qual deve ter como objetivo principal criar condições para a comunidade escolar ouvir sem ser perturbada por ruídos internos ou externos.

Uma das principais queixas sobre o desconforto acústico dentro das edificações está relacionada aos ruídos, e a solução viável requer a utilização de materiais destinados à isolamento acústica visando minimizar a propagação dos ruídos (LUCA, 2011).

Segundo Zwirtes (2006), para um planejamento de controle do ruído em escolas devem ser consideradas as seguintes etapas: a) levantamento dos ruídos locais com identificação dos níveis sonoros, fontes externas e suas influências; b) seleção do local, integração e verificação do impacto no entorno urbano; c) implantação do edifício; d) modelo construtivo; e) implantação (localização e orientação); f) escolha da forma; f) distribuição dos espaços internos considerando as diferentes atividades desenvolvidas na escola; h) definição dos elementos construtivos (janelas; portas; paredes e pisos) visando um bom isolamento e

tempos de reverberação adequados; i) tratamento acústico específico para áreas especiais; j) detalhes construtivos.

Os sons gerados nas atividades normais de aula possuem uma potência sonora média que varia entre 40 e 70 dB. Viveiros (2000) afirma que esses níveis não alteram significativamente com o sexo do orador, o que altera é apenas a composição de frequências da voz. E que as condições acústicas são determinadas pelo tamanho, revestimentos e uso da sala em questão. Havendo a necessidade do controle de dois elementos importantes na sala: o tempo de reverberação e o controle do ruído sem mascarar a voz do professor.

Um bom projeto de sala de aula deve levar em consideração as seguintes diretrizes: a) escolha correta da localização dos materiais no ambiente, levando em consideração suas propriedades acústicas; b) forma do forro da sala; c) localização e desempenho das esquadrias; d) localização das aberturas em relação às outras salas e aos corredores.

3.2. INTELIGIBILIDADE DA FALA

O instrumento primordial para se transmitir uma mensagem de conhecimento é a voz, e é preciso de condições específicas para que esta seja compreendida, principalmente nas escolas. É fundamental trabalhar a acústica das salas de aula, onde pode haver uma aproximação entre o professor e o aluno e, conseqüentemente, um aumento na aprendizagem (MENEZES, 2010).

A inteligibilidade da fala está diretamente ligada às características e ao tipo de ocupação do espaço. Tais características podem ser discriminadas como: a) volume da sala; b) nível de ruído de fundo; c) tempo de reverberação; d) coeficiente de absorção sonora das superfícies em estudo; e) distância e orientação entre quem fala e quem escuta (BATISTA, 1998).

Uma conversa depende da inteligibilidade, a qual depende da ausência de ressonância forte, de eco e de concentração sonora, permitindo a compreensão do som em todo o ambiente, mesmo que o som seja razoável. Sendo que, para ser considerada útil, o ideal é que chegue aos ouvidos antes de 0,05 segundos, aumentando a sensação auditiva, pois acima deste intervalo já se torna prejudicial, dando origem à confusão, à reverberação. Para cada ambiente existe uma reverberação ideal para que se tenha total inteligibilidade (AMORIM; LICARIÃO, 2005).

O ruído é um som indesejável presente ou transmitido no ambiente, podendo ser aéreo ou estrutural; e o conforto acústico é quando há condições fisiológicas para que som

seja agradável à audição (LUCA, 2011). Os ruídos em salas de aula têm sido um fator que contribuem para tal prejuízo como dor de cabeça e outros sintomas, atrapalhando a comunicação verbal entre aluno e professor, prejudicando, assim, a saúde e afetando o aprendizado (OLIVEIRA, 2006; SANTANA *et al*, 2011).

As fontes de ruídos podem ter origem tanto do lado de fora quanto do lado de dentro das edificações. Já a reverberação pode ser provocada pelo fato de o ambiente ser fechado, pelo fato de as ondas sonoras encontrarem barreiras em sua propagação; diferentemente do que ocorre em ambientes ao ar livre. O que significa que tudo influencia, como a geometria da sala, o volume, o espaço e o material utilizado em sua acústica arquitetônica (OLIVEIRA, 2006).

A legislação brasileira que trata sobre o trabalhador exposto ao ruído inclui as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, como a NR 15 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, de 1978, que relaciona o tempo máximo de exposição ao nível de ruído. Os dados constantes no quadro 2, foram retirados da NR-15 para melhor exemplificação.

Quadro 2 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente segundo NR-15

Nível de ruído - dB (A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
95	2 horas
100	1 hora
105	30 minutos

Fonte: Adaptado de Brasil (1978).

Servilha, Leal e Hidaka (2010) realizaram uma pesquisa sobre legislação trabalhista destacando a voz do professor e os riscos à saúde mediante as condições de trabalho aos quais estes profissionais são expostos em salas de aula. Os estudiosos concluíram que deve haver uma melhoria no ambiente no que diz respeito ao tratamento acústico e também ao conforto térmico na escola para que o professor não venha a ser prejudicado, ocasionando o seu afastamento de sala de aula.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa aqui relatada foram escolhidas 15 escolas públicas no município de Anápolis-GO. Após a identificação das escolas a fase seguinte da metodologia foi dividida em duas etapas.

A primeira etapa consistiu em levantar o ruído gerado nas vias que circundam as fachadas das escolas. As medições acústicas foram realizadas durante um dia normal do mês e com as diversas atividades escolares em desenvolvimento, ao longo do segundo semestre letivo, durante um total de cinco meses. Buscou-se caracterizar o clima de ruídos (*soundscape*) em vários pontos, distribuídos ao longo das edificações e em seu entorno. Os pontos foram escolhidos de modo a representar uma situação ruidosa ou com alguma singularidade importante para a avaliação.

A análise do conforto acústico foi baseada apenas no nível de ruído global (em dBA), sem avaliação das bandas de frequências, pois o equipamento disponível para esta pesquisa não permitia uma análise espectral.

A segunda etapa da pesquisa foi a avaliação da percepção dos usuários através da aplicação de um questionário junto aos professores. Foram selecionadas 15 escolas públicas da cidade de Anápolis e em cada escola foram avaliados dez professores, totalizando 150 professores como campo amostral. Para entender a percepção dos usuários das escolas frente aos problemas de acústica, os questionários foram desenvolvidos com base nos trabalhos de Zwirnes (2006), Enmarker e Boman (2004) e Dockrell e Shield (2004).

Os dados levantados são os de nível de pressão sonora por um período de cinco minutos em cada uma das medições. Os equipamentos utilizados foram medidores de nível de pressão sonora que atendem às normas ANSI S.1 – 1983, para o padrão Tipo 2. Por fim, os dados coletados foram comparados com os valores aceitáveis propostos na NBR 10152 para avaliação do incômodo provocado nos usuários e a qualidade do ambiente de estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados oriundos da pesquisa. Como dito anteriormente, foram selecionadas 15 escolas públicas da cidade de Anápolis. O quadro 3 mostra quais foram as escolas estudadas, a média do nível de ruído externo em cada uma, a zona urbana que a escola está inserida e o tipo de via lindeira existente nas fachadas principais.

Quadro 3 – Escolas selecionadas para a pesquisa

Escolas	Média dB	Zona	Via
Ayrton Senna	86,6	Comercial	Arterial
Raymundo Paulo	80,5	Residencial e comercial	Arterial
Arlindo Costa	80,3	Comercial	Local
Lions Anhanguera	79,1	Comercial	Arterial
Deputado José de Assis	78,0	Comercial	Arterial
Rotary Donana	76,9	Comercial	Arterial
Vereador Luiz	73,0	Comercial	Arterial
Polivalente Frei	69,0	Residencial	Local
Heli Alves	68,5	Comercial e tiro de guerra	Local
Bom Samaritano	66,6	Comercial	Arterial
Padre Fernando	59,3	Comercial	Coletora
Dr Genserico	56,8	Industrial	Arterial
Padre Trindade	54,1	Residencial	Local
Belissária Corrêa	53,4	Residencial	Local
Dona Alexandrina	52,1	Residencial	Local

Fonte: Autores, 2015.

A Norma NBR-10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico, estabelece que os índices aceitáveis em escolas variam entre 35 a 55 dB, dependendo do ambiente observado, sendo que, especificamente para salas de aula, é entre 40 a 50 dB (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

Analisando os dados apresentados no QUADRO 3, referentes aos ruídos externos, é notório que a maioria das escolas observadas possuem índices de ruídos acima do que é preconizado pela norma. Tal fato pode ter relação íntima com a zona onde a escola está inserida e também com as vias que as contornam.

De acordo com o código brasileiro de trânsito de Vieira (2015) a via arterial é onde se caracteriza por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais que possibilita o trânsito entre as regiões da cidade, diferente da via local onde seu destino é apenas ao acesso local ou a áreas restritas caracterizadas por interseções em nível não semaforizadas.

Como se pode ver no QUADRO 3, grande parte das escolas observadas estão em vias arteriais (FIGURA 1), que têm elevado tráfego, e em zonas comerciais, fazendo com que o ruído externo seja um fator negativo para a qualidade acústica nas escolas. Apenas três das 15 escolas avaliadas se mostraram muito próximas dos parâmetros normativos aceitáveis de

índices de ruído, fato que pode ser explicado pelo fato de estas escolas estarem inseridas em zonas residenciais e circundadas por vias locais, com menor geração de ruído.



Figura 1 – Exemplo da localização das escolas em vias arteriais e locais
 Fonte: Adaptado de Google Earth (2015). Org.: Autores, 2015.

De acordo com a pesquisa de Servilha, Leal e Hidaka (2010), que avaliou os riscos ocupacionais na legislação trabalhista brasileira, em relação ao trabalho dos professores, os pesquisadores afirmam que esta profissão apresenta riscos ocupacionais à saúde mais leves do que outras profissões, porém os riscos não devem descartados. Os resultados da pesquisa aqui relatada, referente à percepção dos professores acerca dos riscos ocupacionais, estão apresentados no Gráfico 1.

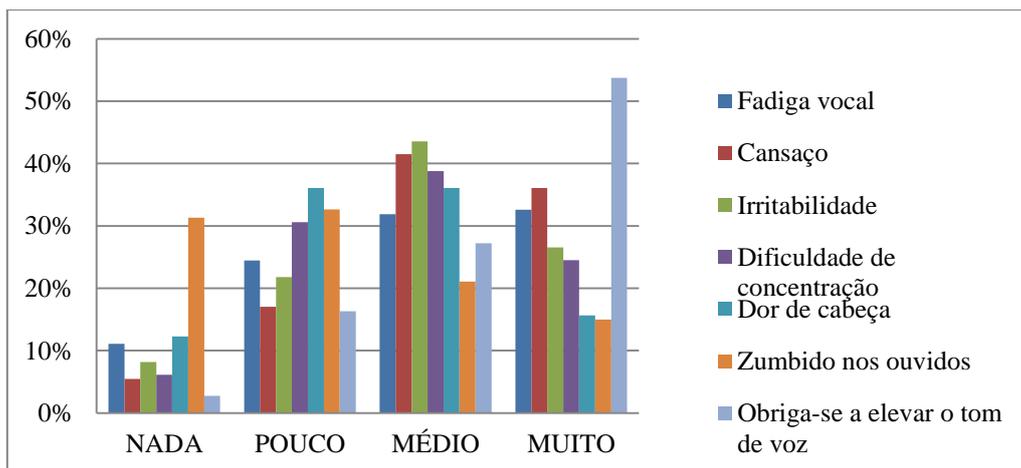


Gráfico 1 – Percepção dos professores acerca dos riscos ocupacionais
 Fonte: Autores, 2015.

Observando-se os resultados dos questionários sobre os riscos ocupacionais, nota-se que grande parte dos professores necessita elevar a voz dentro das salas de aulas para ser

ouvido e que, ao final do dia, encontram-se cansados e com fadiga vocal. A elevação do tom de voz pode ser motivada por estes professores estarem atuando em salas de aula afetadas por barulhos oriundos de ruídos externos à escola, internos à própria escola ou ruídos gerados dentro da própria sala de aula.

Analisando os níveis de intensidade do ruído externo com este resultado, a intensidade de ruído acima do nível 60 dB(A) já ultrapassa em 5 dB(A) a fala civilizada, a voz educada passa para o caos sonoro, e o ouvinte tem distúrbios de atenção e concentração. Com isso, pode-se estressar as cordas vocais e comprometer a saúde desses profissionais (SANTANA, 2000 *apud* ZWIRTES, 2006).

Os ruídos em salas de aula são um fator que contribui para prejudicar a saúde dos professores, além de, claro, atrapalhar a comunicação entre aluno e professor, afetando o aprendizado (OLIVEIRA, 2006; SANTANA *et al.*, 2011). Segundo um estudo de Lubman e Sutherland (2001), nos Estados Unidos o gasto anual em função da fadiga vocal de professores de escolas até o segundo grau equivale a US\$ 638 milhões de dólares. No Brasil não há estimativas em relação a esses gastos.

O gráfico 2 ilustra as fontes de ruídos que geram interferência nas salas de aula, de acordo com a percepção dos professores.

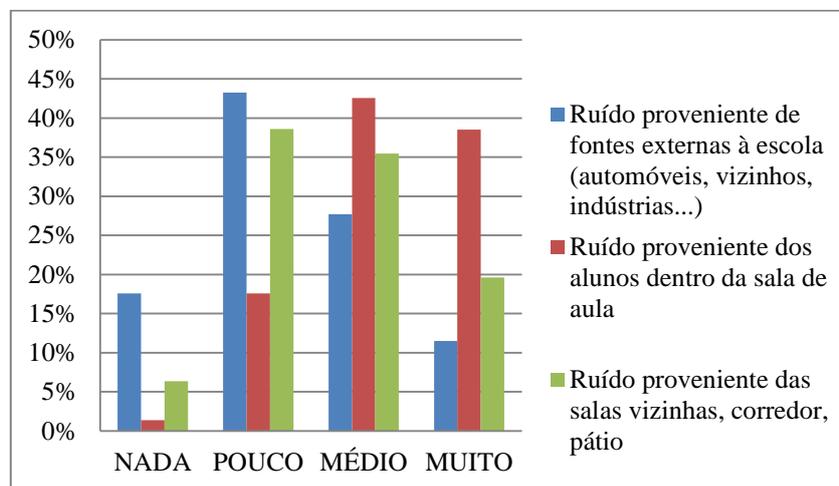


Gráfico 2 – Fontes de ruídos que geram interferência nas salas de aula
Fonte: Autores, 2015.

Nota-se, a partir dos dados coletados, que os ruídos provenientes dos próprios alunos dentro das salas de aula são a maior fonte de ruído, seguido pelos ruídos internos da própria escola. Pode-se afirmar que os próprios alunos são responsáveis pela geração dos ruídos que os perturbam, como confirmam os dados no gráfico 3.

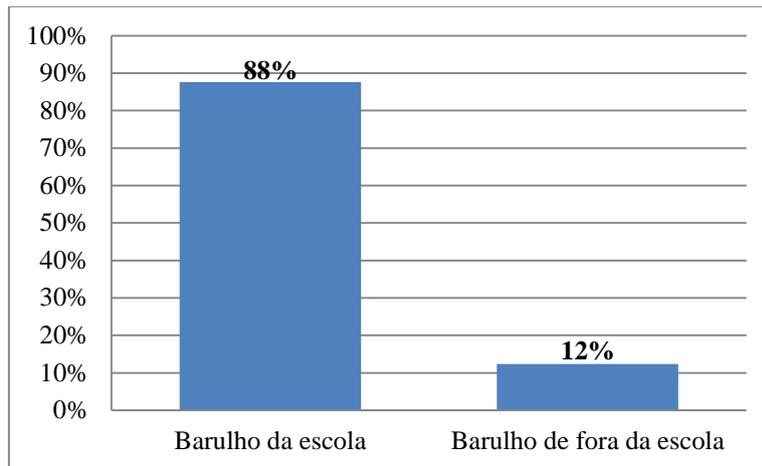


Gráfico 3 – Barulho que escuta mais na sua sala
 Fonte: Autores, 2015.

Uma sala de aula sem tratamento acústico pode influenciar o aumento do desconforto acústico dos alunos, comprometendo o aprendizado e a saúde de alunos e professores. E os ruídos podem surgir de vários lugares dentro da escola. Dreossi e Santos (2005) citam, em sua pesquisa, alguns tipos de materiais que se apresentam como altamente reverberantes, fazendo com que o ruído seja minimizado por serem materiais absorventes. Dentre eles se tem: carpetes, tapetes, revestimentos emborrachados e cortinas.

O gráfico 4 apresenta a percepção dos professores quando questionados sobre quais atividades são afetadas pelos ruídos no ambiente escolar.

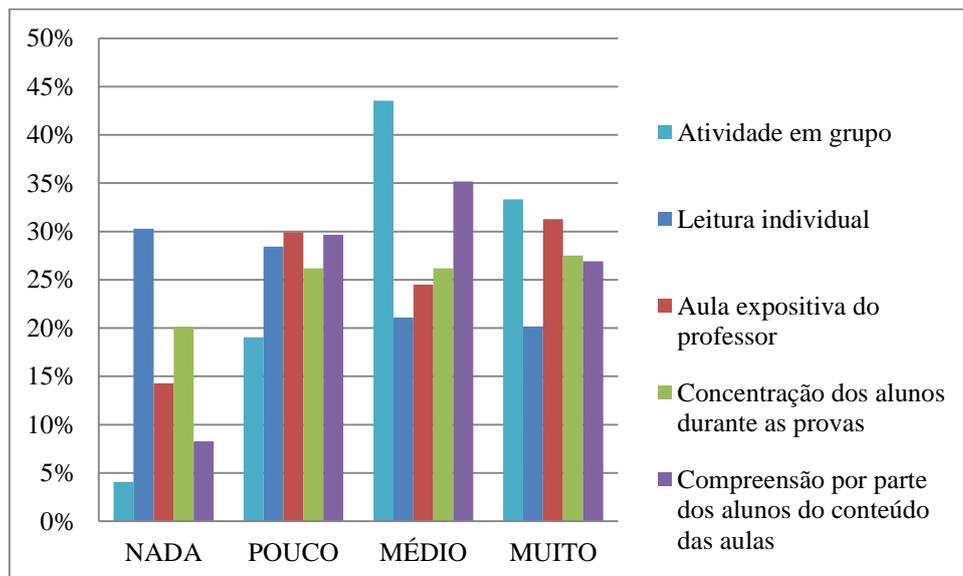


Gráfico 4 – Atividades afetadas pelo ruído na percepção dos professores
 Fonte: Autores, 2015.

As atividades em grupo e as aulas expositivas foram elencadas como as mais afetadas pelos ruídos. Esse resultado é muito semelhante aos encontrados por Zwirter (2006) em sua pesquisa, intitulada ‘Avaliação do desempenho acústico de salas de aula: estudo de caso nas escolas estaduais do Paraná’. Conforme explicitado anteriormente, quando comunicação é falha, a compreensão final da informação também é falha, gerando baixo desempenho entre as partes – que, neste caso, seriam professores e alunos.

A respeito do desempenho escolar dos alunos, de acordo com os resultados, expostos no gráfico 5, os professores acreditam que o ruído possui uma grande influência no processo cognitivo dos alunos: 41% dos respondentes acredita que os ruídos influenciam muito neste processo, sendo que somente 4% acreditam que não influencia. O que já foi constatado por vários estudiosos sobre o assunto, como: Lercher *et al.* (2003); Shield e Dockrell (2003); Nelson *et al.* (2005) e Kowaltowski (2011).

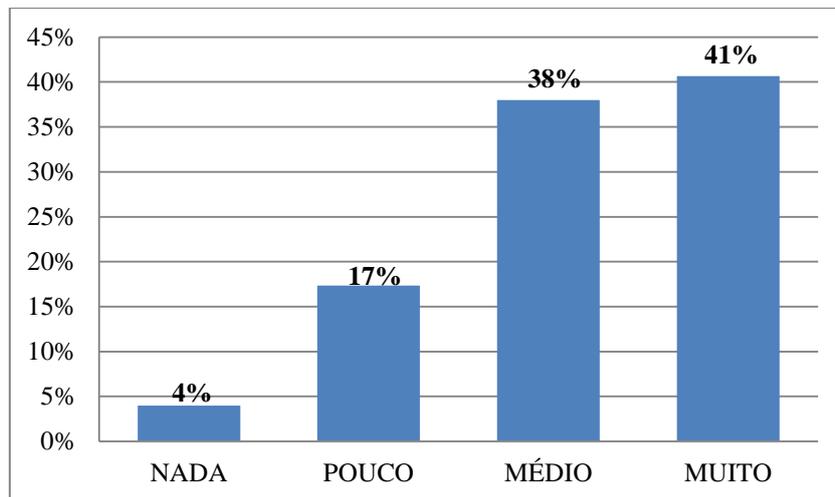


Gráfico 5 – Influência do ruído sobre o rendimento escolar dos alunos
Fonte: Autores, 2015.

5.1. Elementos construtivos

Os elementos construtivos utilizados nas escolas da rede pública da cidade de Anápolis são de fato padronizados. As esquadrias das aberturas são compostas por janelas basculantes de alumínio ou metálicas pintadas e portas de metal (Figura 2). As coberturas das escolas variam entre telhas de fibrocimento e telhas cerâmicas.



Figura 2 – Janelas das Escolas Heli Alves (à esquerda) e Padre Trindade (à direita)
Fonte: Autores, 2015.

Foram encontrados vários tipos de fechamentos superiores, entre a cobertura e a sala de aula, tais como laje, forro de gesso, forro de madeira, blocos de isopor e PVC. Algumas escolas, no entanto, não possuem este fechamento. Os pisos mais utilizados em todas as escolas observadas são o cimento queimado e a granitina. As vedações encontradas foram paredes de tijolo aparentes e blocos cerâmicos revestidos.

É notório que as escolas são basicamente constituídas de elementos feitos com materiais de baixo coeficiente de absorção, classificados como materiais reflexivos. De acordo com os estudiosos sobre o assunto, o uso excessivo de tais materiais é um dos responsáveis pela geração de tempos de reverberação acima do ideal para as salas de aulas.

Nos quadros 4 e 5 estão apresentados alguns elementos construtivos das escolas Padre Trindade, Rotary Donana, Deputado José de Assis e Vereador Luiz de Almeida. Pode-se perceber a similaridade entre os elementos construtivos nas escolas e a falta de preocupação nas especificações de materiais que contribuam para boa uma qualidade acústica nas salas de aula.

Quadro 4 – Materiais e tecnologias das escolas Trindade e Rotary Donana

Tipos de materiais	Escola Trindade	Escola Rotary Donana
Abertura	Janelas basculantes de vidro e porta de metal	Janelas basculantes de vidro e porta de metal
Cobertura	Telha cerâmica	Telha de fibrocimento
Forro	PVC	Sem forro
Piso	Granitina	Cimento queimado
Vedação	Alvenaria	Parede de tijolo

Fonte: Autores, 2015.

Quadro 5 – Materiais e tecnologias das escolas Deputado José de Assis e Vereador Luiz de Almeida

Tipos de materiais	Escola Deputado José de Assis	Escola Vereador Luiz de Almeida
Abertura	Janelas basculantes de vidro e porta de metal	Janelas basculantes de vidro e porta de metal
Cobertura	Telha de fibrocimento	Telha de fibrocimento e de barro
Forro	Gesso	Madeira e sem forro
Piso	Cimento queimado	Cimento queimado e granitina
Vedação	Tijolo inteiriço pintado	Parede de tijolo

Fonte: Autores, 2015.

Um ponto importante a ser comentado é que as escolas Heli Alves e Padre Trindade não possuem nenhum tipo de vedação do tipo fechada entre as edificações e as vias que passam à frente das fachadas principais das mesmas, fazendo com que o ruído externo afete as salas de aula de forma direta. Dreossi e Santos (2005) recomendam que nas janelas onde não existem tratamento anti-ruído se deveria buscar opções para minimizar o ruídos advindos de fora da sala. O que não acontece nestes dois casos, pois as escolas não possuem elementos de isolamento do ruído externo, há apenas um alambrado separando o espaço escolar do público.

A figura 3 exemplifica outros dois problemas encontrados nas escolas estudadas.



Figura 3 – Salas de aula
Fonte: Autores, 2015.

Na imagem a quadra e o pátio de recreação são voltados para as salas de aulas. No momento em que os estudantes estiverem utilizando a quadra para as práticas esportivas das aulas de educação física, ou, o pátio para o desenvolvimento de atividades externas, estes espaços se transformarão em fontes de ruídos que afetam as atividades das salas.

6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, observa-se que as escolas pesquisadas estão, de forma geral, inadequadas no que diz respeito ao conforto acústico, comprometendo a qualidade do som produzido pelos professores e o entendimento por parte dos alunos. Dentre as escolas pesquisadas, apenas três estão dentro dos índices permitidos no que concerne à intensidade do som nas fachadas, fato devido principalmente à localização destas escolas em zonas residenciais. As demais escolas apresentam valores de ruído acima do sugerido pela NBR 10152.

Os principais usuários das escolas, alunos e professores, evidenciaram que em suas escolas existem problemas acústicos e como isso os afetam. Como citado no corpo deste trabalho, muitas pesquisas já foram feitas a respeito sobre o prejuízo causado no desempenho escolar. Porém, esse quadro não mudou ao passar dos anos. Observa-se que as autoridades públicas demonstram certo desinteresse na construção de espaços com conforto acústico adequado, com a produção seriada de ambientes de baixo desempenho e com um custo aceitável.

Com o passar do tempo alguns fatores são agregados em nossas vidas sem que percebamos sua origem, tais como, comprometimento na audição, dificuldade na aprendizagem, cansaço e estresse, os quais desencadeiam outros fatores. A escola é um dos ambientes onde passamos um bom tempo de nossas vidas. E é neste espaço que alguns destes fatores são originados, principalmente em se tratando de professores e alunos.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

AMORIM, A.; LICARIÃO, C. **Conforto acústico**. Campinas (SP), 2005. 38 p. Apostila ao curso de Arquitetura e Urbanismo FEC/ UNICAMP. E-labora. 2005.

ANDRADE, J. M. F. M. **Caracterização do conforto acústico em escolas**: relatório de projeto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em engenharia civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2009.

BATISTA, N. N. **A importância do projeto acústico como um dos parâmetros para obtenção da qualidade do espaço edificado**. 1998. 272 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Arquitetura)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR 15**: Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Brasília, 1978.

CARMO, L. I. C. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações**. Goiânia (GO), 1999. 45 p. Apostila do curso de especialização em Fonoaudiologia Clínica - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. Goiânia, 1999.

CARVALHO, R. P. **Acústica Arquitetônica**. 2 ed. Brasília: Thesaurus 2010.

DALVITE, B. *et al.* Análise do conforto acústico, térmico e lumínico em escolas da rede pública de Santa Maria, RS. **Disc. Scientia**. Série: Artes, Letras e Comunicação, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2007.

DOCKRELL, J. E.; SHIELD, B. Children's perceptions of their acoustic environment at school and at home. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 115, n. 6, p. 2964-2973, 2004.

DROSSI, R. C. F.; SANTOS, T. M. O ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura. **Revista de Atualização Científica**, Barueri, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 251-258, maio/ago. 2005.

ENMARKER, I.; BOMAN, E. Noise annoyance responses of middle school pupils and teachers. **Journal of Environmental Psychology**, v. 24, p. 527-536, 2004.

FAURO, D.; ROCHA, B. S. M. ; PEREIRA, C. O. A influência da forma no desempenho acústico dos ambientes. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO: EDUCAÇÃO E CIÊNCIA NA ERA DIGITAL, 15., 2011, Santa Maria: UNIFRA, 2011. v. 2.

FERREIRA, A. M. C. **Avaliação do conforto acústico em salas de aula**: estudo de caso na Universidade Federal do Paraná. 2006. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)—Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar**: o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LERCHER, P. *et al.* Ambient noise and cognitive processes among primary schoolchildren. **Environment and Behavior**, v. 35, n. 6, p. 725- 735, 2003.

LUBMAN, D.; SUTHERLAND, B. Good classroom acoustics is a good investment. 17th ICA, Rome, Italy, Sept. 2-7, 2001.

LUCA, C. R. **Desempenho acústico em sistemas drywall**. São Paulo (SP), 2011. 23 p. Apostila da Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall, 2011.

MARTINS, M. I. M. *et al.* A interferência do ruído no reconhecimento da fala: análise do ambiente e da voz do professor. XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – Sobrac, II Simpósio Brasileiro de Metrologia em Acústica e Vibrações – **Sibrama**: Rio de Janeiro. Out. 2002. p. 21-24.

MAXWELL, E. L.; EVANS, G. W. The Effects of noise on pre-scholl children's pre-reading skills. **Journal of Environmental Psychology**, v. 20, p. 91-97, 2000.

MENEZES, M. I. A. S. **Caracterização acústica interior de edifícios escolares reabilitados**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

NELSON, P. *et al.* Classroom noise and children learning through a second language: double jeopardy. **Language, Speech and Hearing Services in Schools**, v. 36, p. 219-229, 2005.

OCHOA, J. H.; ARAÚJO, D. L.; SATLER, M. A. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 91-114, jan./mar. 2012.

OLIVEIRA, N. F. **Avaliação acústica de salas de aula de dimensões reduzidas através da técnica impulsiva**. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Construção)–Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SANTANA, A. *et al.* Avaliação acústica de salas de aula em escolas públicas na cidade de Belém-PA. In: WORKSHOP DE VIBRAÇÕES E ACÚSTICA, 1., 2011. Tucuruí: Grupo de vibrações e acústica, 2011.

SERVILHA, E. A. M.; LEAL, R. O. F.; HIDAKA, M. T. U. Riscos ocupacionais na legislação trabalhista brasileira: destaque para aqueles relativos a saúde e a voz do professor. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, v. 15, n. 4, dez. 2010.

SHIELD, B.; DOCKRELL, J. E. The effects of noise on children at school: A review. **Building acoustics**. v. 10, n. 2, 2003.

SILVA, L. F. G. Proposta de correção acústica do auditório central do campus Palmas do IFTO. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012, Palmas. **Anais...** Palmas: Instituto Federal do Tocantins, 2012.

VIANA, V. B. Avaliação condições de ruídos gerados por escola na cidade de Recife. **Ação Ergonômica**, Recife, v. 7, n. 2, 2012.

VIEIRA, J. L. **Código de trânsito brasileiro**. 3 ed. Brasil: Edipro, 2015.

VIVEIROS, E. Excelencia acústica: o objetivo de projeto de uma edificação escolar. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 19., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRAC, 2000.

ZWIRTES, D. P. Z. **Avaliação do desempenho acústico de salas de aula**: estudo de caso nas escolas estaduais do Paraná. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.