



**ENTAC2006**

**A CONSTRUÇÃO DO FUTURO** XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE RUÍDO DE FUNDO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE MACEIÓ-AL**

**Maria Lúcia Oiticica (1); Ivan Lamenha Alvino (2); Luiz Bueno da Silva (3)**

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas – e-mail: mloiticica@hotmail.com

(2) Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas

(3) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal da Paraíba – e-mail: bueno@producao.ct.ufpb.br

### **RESUMO**

**Proposta:** A poluição sonora urbana é um problema que se agrava cada vez mais. Diversas fontes são causadoras de elevados níveis de ruído. Referenciando às edificações escolares, a acústica é um item desconsiderado por projetistas no início e nas sucessivas reformas do projeto, apesar da sua importância em função do tipo de atividade desenvolvida nestes ambientes. Este trabalho objetivou diagnosticar as condições acústicas das 58 instituições públicas de ensino fundamental da cidade de Maceió-AL, num total de 100%. **Método de pesquisa/Abordagens:** Mapeamento do nível de ruído de fundo externo das escolas, Mapeamento do nível de ruído de fundo interno com ventiladores ligados e desligados. **Resultados:** A pesquisa constatou que os patamares de ruído estão acima dos níveis admissíveis pela NBR 10151 (1987) – entre 40 e 50 dB(A). Verificou-se que 95% das escolas apresentam níveis de ruído de fundo entre 60 a 70 dB(A) e que 2.5% encontram-se com estes valores acima de 70dB(A), isto com ventiladores desligados. Nas escolas as quais os ventiladores de teto estavam em funcionamento, o que significa 80% destas instituições, ao serem ligados, os ventiladores de teto, foram encontrados os piores índices, pois 72,5% destas escolas obtiveram níveis de ruído acima de 70 dB(A). **Contribuições/Originalidade:** Fornecer subsídios para a Secretaria Municipal de Educação de Maceió para que em futuras intervenções e construções de escolas possa ser enfatizada a necessidade de melhorias na elaboração do projeto arquitetônico.

Palavras-chave: qualidade acústica; níveis de ruído; salas de aula.

### **ABSTRACT**

**Propose:** The sonorous pollution in the urban areas is a problem that comes more if aggravating each time. Diverse sources causing of are raised noise levels. In the specific case of school's constructions, the quality acoustics is an item disrespected for projectors in the project, although its basic importance in function of the type of activity developed in these environments. This work had as objective to make a conditions diagnosis of background noise from 58 public institutions of basic education in the city of Maceió-AL, in 100% of these institutions. **Methods:** Mapping of the external background noise to the schools, Mapping of the internal background noise to the schools. **Findings:** The research evidenced that in the constructions, the background noise are well above of the permissible levels for ABNT 10151 (1987) - between 40 and 50 dB(A). It was verified that 95% of the schools are with levels of background noise between 60 and 70 dB(A). In the schools with ceiling fans, what it occurs in 80% of these institutions, they are the worse indices, arriving 72.5% of the schools with levels of noise above of 70 dB(A). **Originality/value:** To furnish conditions for the Municipal Office of the

secretary of Education of Maceió for that in the future interventions and constructions of schools can be emphasized the need of the improvements for elaboration of the architectonic project.

Keywords: acoustic quality; noise levels; classrooms.

## 1 INTRODUÇÃO

Vem sendo discutida nos últimos anos a problemática das salas de aula em relação à baixa qualidade acústica. Esse assunto, muitas vezes, é negligenciado por projetos escolares e tem sido questionado quanto às implicações no aprendizado e no rendimento dos alunos. Percebe-se, então, a necessidade de conscientização dos dirigentes ligados diretamente ao setor educacional brasileiro para buscar melhorias do desempenho acústico de ambientes onde utilizam a transmissão do conhecimento.

A educação, a sala de aula e o ambiente escolar merecem estudos pormenorizados, atentos, críticos e permanentes. As salas de aula precisam ser consideradas com responsabilidade, reconhecendo-se a sua influência real no processo de ensino aprendizagem, na educação e conseqüentemente na vida das pessoas. A dissociação entre a Secretaria Municipal de Educação, os profissionais da Educação e técnicos (engenheiros e arquitetos) responsáveis pela definição dos espaços físicos nas escolas podem causar múltiplos problemas, resultando em salas de aula que não apresentam um desempenho adequado a sua finalidade.

No caso específico das edificações escolares, a qualidade acústica é um item negligenciado por todos, apesar da fundamental importância em função do tipo de atividade desenvolvida nesses ambientes. A poluição sonora nas regiões urbanas é cada vez mais um problema de grande magnitude. Fontes diversas e, principalmente aquelas oriundas do tráfego de veículos automotores, são causadores de níveis de ruídos elevados. Por outro lado, as edificações de maneira geral são construídas sem oferecer adequada proteção ao ruído intrusivo.

O nível de ruído de uma determinada área varia com o procedimento do local de observação e com a própria variabilidade do nível de ruído emitido pelas diversas fontes que o compõem. Esta variação do ruído pode ocorrer em uma dada hora, de hora em hora, durante o dia, de dia em dia, durante uma semana, mensalmente, anualmente, etc.

A Organização Mundial de Saúde, no parecer do “Guidelines for Community Noise ([www.who.int/](http://www.who.int/)) vem, desde 1980, traçando diretrizes e procedimentos a serem tomados por órgãos competentes, visando unicamente resgatar a qualidade de vida e saúde das pessoas.

Problemas de saúde, como distúrbios e algumas doenças, são freqüentemente causados quando o ruído excede a determinadas doses ou níveis. Pessoas em suas residências, locais de trabalho, escolas e áreas de lazer podem ser atingidas.

Nos programas de qualidade total, tão difundido hoje em dia, a poluição sonora deveria necessariamente ser considerada. A qualidade e produtividade também dependem de um ambiente de trabalho confortável, o que requer o controle de ruídos internos e externos, entre outros fatores.

É preocupante a crescente exposição das comunidades ao impacto sonoro ambiental. A rede de ensino não foge a esta regra. Os efeitos à saúde provocados pelos ruídos torna-se um problema público de saúde e que passam a interferir diretamente nas atividades desenvolvidas internamente nos espaços escolares. A preocupação é crescente com a urbanização e o surgimento dos aglomerados urbanos. Com o passar dos anos, os problemas de ruído vêm acarretando maiores proporções, exigindo grandes interferências nas edificações escolares na busca da melhoria da qualidade acústica das edificações escolares.

Pra se ter uma idéia, estatística dos países da União Européia, por exemplo, indica que mais de 40% da população estão expostas ao ruído de tráfego rodoviário com uma pressão sonora equivalente

excedendo 55dB(A) durante o dia, e 20% estão expostos a níveis excedendo 65dB(A). Quando a exposição é proveniente dos mais diversos tipos de transportes, as estatísticas informam que em torno da metade dos cidadãos dos países da União Européia vivem em áreas onde não existe condição de conforto acústico satisfatório.

A estatística inglesa relata que existem 32 milhões de pessoas que estão expostas a níveis sonoros rodoviários entre 55 – 75 dB(A). Os índices de reclamações passaram de 17.980 em 1978, para 145.000 em 1994 (TEMPLETON, 1997).

Foi desenvolvido na Inglaterra por Langdon um índice definido como TNI (Traffic Noise Index) para avaliar o impacto do ruído de tráfego. A proposta é que na fachada de edifícios residências o TNI não ultrapasse 74 (LALLI, 1988). No Brasil, praticamente são esquecidas estas informações, e nenhuma estratégia é feita no combate ao ruído de tráfego.

Na França, a recomendação é que o nível sonoro que incide sobre as fachadas não deve ultrapassar 58dB(A) no caso de imóveis perpendiculares à mesma (CREMONESI, 1988).

Pode-se observar que é crescente a preocupação mundial no combate a qualidade do meio ambiente. Pesquisas são elaboradas com objetivos de serem minimizados os problemas que a cada dia trazem consequências graves para a população usuária onde a construção urbana recebe inexpressíveis intervenções.

França (1998), em seu trabalho realizado na cidade de Curitiba, relata que as tomadas de ruído de fundo, contempladas na sua pesquisa nas instituições de ensino, revelaram a presença de ruído de fundo, em 100% delas, superior ao que se prevê como situação de conforto acústico pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 10152) que é de 50 dB(A).

A presença destes altos valores de ruído de fundo nas edificações escolares interfere nos padrões de conforto acústico para alunos e professores, dentro das salas de aula comprometendo desta forma a mensagem oral.

Segundo Picard e Bradley (1999), referindo-se à pesquisa realizada nos USA, atualmente as salas de aula são locais extremamente barulhentos. Na realidade são tão barulhentos que a maioria dos estudantes apresentam problemas em escutar a voz do professores. Em particular, os níveis de pressão sonora durante as atividades escolares estão aproximadamente 4 a 38 decibéis acima dos valores ideais, onde crianças normais (que possuem audição normal) possam entender otimamente o que esta sendo falado. Assim nestas condições, significa que estudantes com audição normal são capazes de entender apenas 66% das palavras pronunciadas pelos professores. Esta situação é alarmante somando-se à fadiga vocal dos professores que precisam se esforçar para elevar o tom da voz (BRADLEY, 1986).

Na cidade de Maceió-AL, Oiticica (2003), encontrou em uma instituição de ensino particular, índices de ruído de fundo em uma sala de aula com utilização de ventiladores, valores em torno de 68 dB(A). Moura (2004), investigou o ruído de fundo em uma unidade de ensino da rede pública e foram encontrados valores em torno de 80 dB(A) dentro da sala de aula.

O presente trabalho afirma-se pelo fato de que com a evolução urbana crescente, intensificam a interferência do ruído externo intrusivo nas escolas públicas. No Brasil, onde a legislação sobre a acústica das edificações é bastante inexpressiva, o melhor passo a ser dado na direção da conscientização dessa importância é pela mensuração do ruído de fundo para buscar a qualificação dos espaços escolares como um todo e assim poder melhorar as condições de aprendizado nas instituições públicas. Para tal, um mapeamento do ruído de fundo destas Instituições de Ensino Público na cidade de Maceió-AL, merece ser elaborado. Com base nestes dados, a lei 6.938/81, que estipula que os Estados são responsáveis pela elaboração e implementação de normas suplementares aquelas estipuladas pelo Conselho Nacional do Meio ambiente – CONAMA, ações no sentido de se

estabelecer padrões, decretos e legislações necessita de amparo científico e tecnológico, caso contrário pode ser facilmente contestado.

## **2 ESTUDO DE CASO**

Este trabalho teve como objetivo localizar as instituições públicas de ensino fundamental da cidade de Maceió-AL, para mensurar e assim poderem ser diagnosticados os níveis equivalentes de ruído de fundo interno e externo das salas de aula numa amostragem completa de 100% dessas instituições, de modo que os resultados obtidos pudessem ser confiáveis.

Para as medições dos níveis de ruído de fundo foi seguido o seguinte método, a ser descrito. O equipamento de medição esteve disposto de acordo com a NBR 10152, da seguinte forma: a 1,2m do solo, a no mínimo 1,0m das paredes laterais e a no mínimo 1,5m das janelas e aberturas. O aparelho esteve afastado do corpo do observador e regulado na escala de ponderação de frequências A, bem como, na escala de ponderação do tempo fast. Foram realizadas trinta medições em intervalos de 5 segundos e calculados os níveis de ruído equivalente (Leq).

Para as medições do nível equivalente de ruído de fundo, foi-se utilizado um decibelímetro modelo INSTRUTHERM DEC-405 para medir dentro das salas de aula e externamente à edificação, procurando sempre verificar quais salas de aulas estariam mais expostas às interferências do ruído externo.

Após a determinação dos níveis equivalentes de ruído de fundo, estes valores foram comparados com os valores estabelecidos pela norma ABNT NBR-10151(1987) e verificado se estes mesmos níveis de ruído estariam adequados aos valores pré-estabelecidos pela norma.

## **3 METODOLOGIA**

Para a medição do nível de pressão sonora das instituições públicas de ensino fundamental da cidade de Maceió-AL, foram seguidos os seguintes passos metodológicos:

### **3.1 Pesquisa bibliográfica e documental**

Esta etapa constou de uma revisão bibliográfica, com a finalidade de se obter embasamento teórico necessário para a compreensão e produção do projeto de pesquisa. Esta etapa compreendeu em levantamentos de dados, a normas e leis relacionadas às condições acústicas urbanas e escolares.

Para se conhecer quantas, quais e localizações das instituições públicas de ensino fundamental da cidade de Maceió-AL, foi necessário a utilização de mapas cartográficos existentes.

### **3.2 Pesquisa de campo**

#### *3.2.1 Medições de nível de ruído externo das escolas*

A fim de se ter uma relação entre a localização das escolas, tanto em vias de acesso e escoamento primárias e/ou secundárias, o nível de ruído de fundo externo foi mensurado no intuito de se perceber a interferência do sistema viário nas atividades escolares das instituições públicas de ensino fundamental existentes em Maceió.

#### *3.2.2 Mapeamento do nível de ruído de fundo interno nas edificações*

A próxima etapa desta pesquisa de campo foi mensurar os ruídos de fundo interno nas escolas. Foram avaliadas 58 instituições públicas municipais de ensino fundamental da cidade de Maceió, do total de

100% destas instituições. Com estes dados mensurados, uma valiosa contribuição poderá ser dada às escolas para que possíveis melhorias nestes espaços escolares possam ser realizadas, havendo assim uma maior conscientização nas intervenções arquitetônicas, quanto ao contexto acústico.

## **4 AVALIAÇÃO ACÚSTICA/RESULTADOS E DISCUSSÃO**

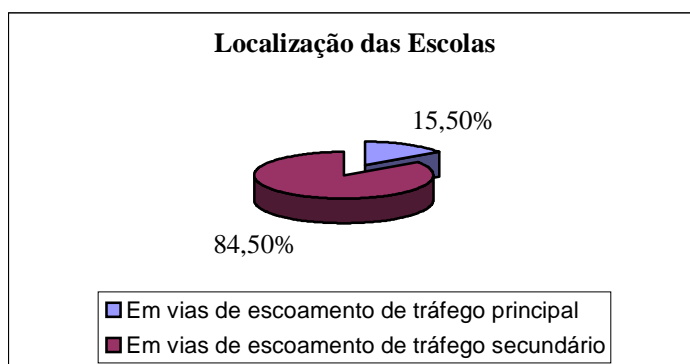
### **4.1 Ruído de fundo externo às edificações escolares**

O ruído em excesso é um fator comum em grandes centros urbanos. Várias atividades desenvolvidas pelos seres humanos nas cidades resultam na emissão de sons em altas intensidades, contribuindo para uma nova modalidade de poluição – a poluição sonora ou acústica. Existem os sons emitidos no interior das edificações, como também os ruídos provenientes do meio exterior. Por exemplo, áreas situadas nas proximidades de aeroportos ou de vias com grande movimento de veículos estão sujeitas a ruídos em níveis superiores. Nesses casos, fica difícil o controle da emissão, sendo, algumas vezes, impossível haver a redução desejada na fonte. Em situações como essas, recomenda-se a adoção de medidas preventivas, através do disciplinamento do uso do solo. O barulho produzido no entorno externo à escola não se limita apenas ao ruído de tráfego. Os vizinhos das escolas podem ser fontes significativas de poluição sonora.

A acústica nas escolas é uma das características físicas mais importantes para determinar um bom aproveitamento de seus ambientes, atendendo às suas funções primárias de educar e aprender. Os cuidados com a exclusão ou a diminuição dos ruídos dentro dos ambientes escolares são indispensáveis para sua boa adaptação ao uso da comunicação oral.

Na construção de uma escola, deve ser considerado como requisito básico uma adequada distribuição dos ambientes. Uma boa acústica requer um planejamento prévio que não deve ser realizado após o término da construção. Essa acústica favorável requer muito mais do que tratamentos de tetos e paredes com materiais absorventes.

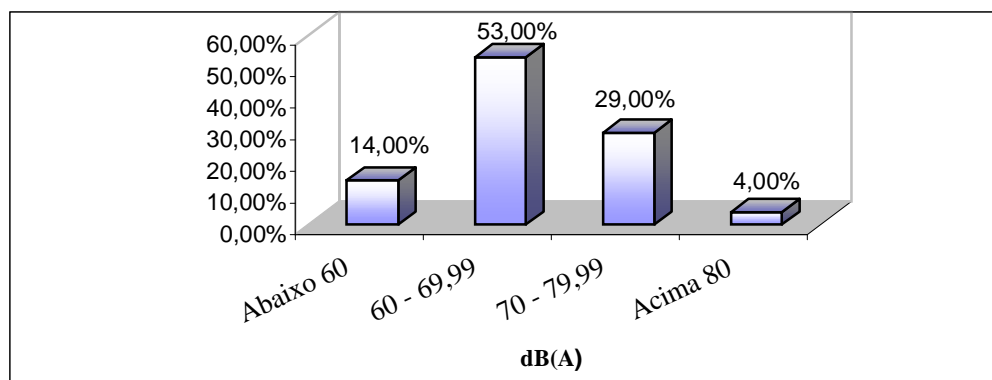
O gráfico 1 relaciona a localização das instituições escolares pesquisadas e relação às vias de escoamento de tráfego. Observou-se que das 58 escolas visitadas, 15,50% das instituições públicas de ensino fundamental da cidade de Maceió estão situadas em vias de tráfego principal e 84,50% estão localizadas em vias de escoamento de tráfego secundário.



**Gráfico 1 – Localização das escolas no contexto urbano**

Segundo Silva (1999), a localização das escolas deve ser em locais tranquilos, afastando-se das ruas ou estradas movimentadas, onde o nível de ruído chega a atingir entre 70 e 90 dB(A), normalmente. Esses ruídos externos não só prejudicam a audibilidade das palavras como, também, desviam a atenção dos alunos.

O gráfico 2, abaixo, traz os níveis de pressão sonora mensurados externamente às edificações escolares. As medições foram realizadas na área externa (calçadas) das escolas e, sempre que possível, próximas às salas de aulas mais suscetíveis a receberem interferência do ruído externo.



**Gráfico 2 – Níveis equivalentes de ruído de fundo externo às edificações escolares**

Observa-se no gráfico 2, que o nível de ruído urbano em que as escolas estão expostas atingiram em 86% do tempo valores acima de 60 dB(A). Apenas 33% deste ruído externo, obtiveram valores mensurados acima de 70 dB(A), onde medidas acústicas arquitetônicas cautelosas em relação a atenuação do ruído nas suas fachadas necessitariam ser consideradas. Estas medidas preventivas, conseqüentemente contribuiriam para a melhoria da qualidade acústica das salas de aulas.

## **4.2 Ruído de fundo interno às edificações escolares**

Nas instituições municipais de ensino fundamental da cidade de Maceió-AL, objeto da pesquisa, o ruído das salas adjacentes interrompe o processo de aprendizagem, especialmente durante os períodos tranquilos de leitura e de provas. Observou-se que as atividades de educação física são uma grande fonte de ruídos, pois as atividades esportivas e recreativas são ruidosas por natureza. Há casos em que as atividades físicas e de recreação são realizadas nos pátios internos que ligam diretamente as salas de aula a outras áreas da escola e, que estas atividades recreativas funcionam paralelamente a aulas ministradas para outras salas. Já com relação aos corredores, o que caracteriza o ambiente é conter pessoas em circulação. Esta agitação produz ruídos que muitas vezes atrapalham as atividades em sala. Pessoas passando, crianças correndo e conversando são atividades corriqueiras nesses lugares acontecendo a qualquer hora.

As normas responsáveis pelos limites de tolerância adotados para se avaliar o nível de ruído no ambiente e dizer se o mesmo é insalubre ou não, variam de acordo com o ambiente analisado. A NBR 10152 é a norma de níveis de som para o conforto acústico em ambiente construído, e o nível recomendado para salas de aula, deve variar entre 40 e 50 dB(A).

Nas medições levantadas nas 58 escolas do total de 100% dessas edificações, observou-se que 80% tinham ventiladores em sala de aula em condições de funcionamento. Como um fator de destaque, esta pesquisa buscou mensurar duas situações distintas para as medições. A primeira buscou analisar os níveis de ruído com os ventiladores ligados e, a segunda buscou analisar os níveis de ruído com os ventiladores desligados, devido seu caráter relevante.

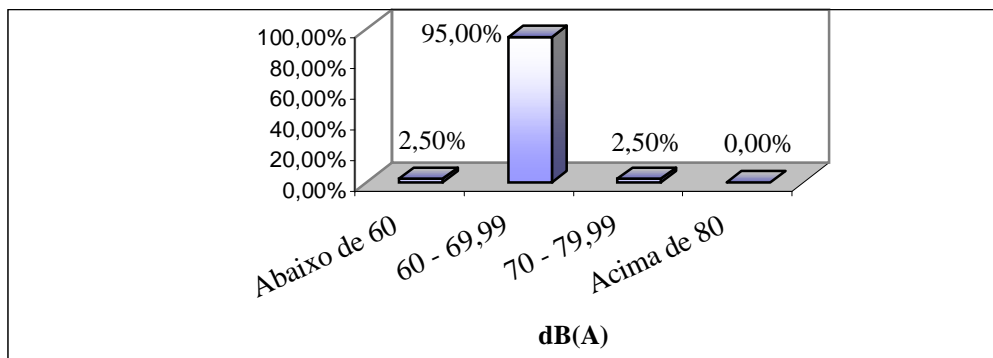
### **4.2.1 Resultados das medições do ruído de fundo com os ventiladores desligados**

Segundo a NBR 10152 (1987), dentro das salas de aula, o nível de intensidade sonora deve estar entre 40 e 50 dB, e nas bibliotecas fica em torno de 35 a 45 dB(A).

Locais	dB(A)
<b>Escolas</b>	
Bibliotecas, salas de música, salas de desenho	35 – 45
Salas de aula, laboratórios	40 – 50
Circulação	45 - 55

**Tabela 1: Valores dB(A) de conforto acústico segundo a NBR 10152**

O gráfico 3 abaixo traz os níveis equivalentes de ruído de fundo das escolas com ventiladores desligados:

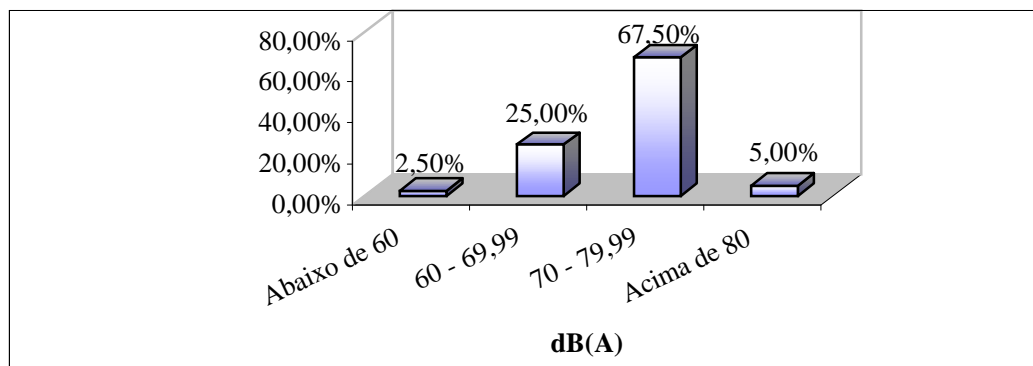


**Gráfico 3 – Níveis equivalentes de ruído de fundo com ventiladores desligados**

O gráfico 3 demonstra o ruído de fundo encontrado dentro das salas de aula com os ventiladores desligados. A faixa entre 70 a 79,9 dB(A) representa 2,5% das amostras. A faixa de ruído maior concentrou-se entre 60 a 69,9 dB(A) com 95%. Estes valores encontrados estão acima da NBR 10151.

#### *4.2.2 Resultados das medições do ruído de fundo com os ventiladores ligados*

O gráfico 4 abaixo traz os resultados dos níveis equivalentes de ruído de fundo das escolas mensuradas com os ventiladores ligados:



**Gráfico 4 – Níveis equivalentes de ruído de fundo com ventiladores ligados**

O gráfico 4, nos mostra que os níveis de ruído de fundo das escolas que possuem ventiladores e que se encontram em condições de funcionamento, se apresentam em patamares muito altos, estando fora do que é permitido por norma. Duas faixas bastante significativas foram encontradas: 25% das escolas encontram-se com níveis de ruídos de fundo entre 60 a 69,9 dB(A) e, 67,5% das escolas com níveis de ruído entre 70 a 79,9 dB(A). Estes valores demonstram que as escolas estão consideravelmente fora da norma acústica. Os dados nos revelam, que os equipamentos mecânicos de ventilação – os ventiladores, pelo fato de apresentarem níveis de ruído significativos, não são adequados ao uso em salas de aulas, já que proporcionam muito barulho, ou por motivos da falta de manutenção desses equipamentos ou por, realmente, serem inadequados ao uso escolar. A utilização desses equipamentos fora os responsáveis pelo aumento do nível de ruído de fundo dentro das salas de aula.

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento das cidades exige, hoje, a necessidade de um acompanhamento para atenuar problemas que surgem naturalmente, como, por exemplo, o aumento do número de veículos e, conseqüentemente o aumento dos índices de poluição sonora. A situação é preocupante, já que o intenso tráfego nas regiões urbanas provoca, além de congestionamentos e a descarga de poluentes, o aumento dos níveis de ruído no contexto urbano.

Após as análises dos níveis de pressão sonora encontrados nas instituições públicas de ensino fundamental da cidade de Maceió, totalizando 58 edificações, conclui-se que as mesmas não foram projetadas nem reformuladas considerando aspectos acústico-arquitetônicos. O distanciamento entre projetista – local de implantação – usuário, reforça o caráter impessoal que as edificações escolares são pensadas, propostas e implantadas. As tipologias construtivas desconsideram o entorno e suas fontes sonoras, bem como a disposição interna da planta dos e a utilização de equipamentos mecânicos de ventilação internamente não favorecem o conforto acústico.

A respeito da localização das instituições públicas de ensino fundamental da capital alagoana, 15,5 % delas se encontram locadas em áreas não recomendadas para um ambiente escolar, por estarem situadas em áreas urbanas com grande fluxo de veículos.

Constatou-se através das medições, que os níveis de ruído de fundo encontrados nas escolas são superiores aos recomendados pela NBR 10152/1987, que são de 40 e 50 dB em salas de aula. Esse fato implica má qualidade do som, e conseqüente prejuízo da qualidade do ensino. Em todas as amostras colhidas nota-se que as salas de aula, dentro de suas atribuições, revelam níveis equivalentes de ruído superiores a 50 dB(A), alcançando níveis de ruído equivalentes entre 70 a 79,9 dB(A) em 67,50% dos casos. Em 5% cuidados maiores são necessários por obterem valores acima de 80 dB(A).

Estes números nos apontam não apenas a preocupação com o ruído externo proveniente de poluição sonora, mas também a falta de tratamento acústico na construção das escolas, onde os níveis de ruído



de fundo encontrados dentro das salas de aulas, também, são provenientes de espaços adjacentes à sala de aula, como outras salas, do pátio durante horário de recreação, dos corredores e também pela presença de equipamentos mecânicos de ventilação.

O melhor modo de resolver problemas acústicos é evita-los, e não corrigi-los. Durante o processo de planejamento, problemas acústicos podem geralmente ser evitados com um pouco de reflexão prévia e com uma diferente disposição dos mesmos materiais de construção. A reforma de salas de aula mal projetadas fica muito mais cara. Mesmo assim, o custo de reforma é pequeno quando comparado com os custos sociais provenientes de salas de aula com baixa qualidade acústica, que prejudicam o aprendizado.

Por fim, este caso, realça a necessidade de considerar a qualidade acústica da sala de aula, como um critério imprescindível no desenvolvimento de novos estabelecimentos de ensino.

A importância deste trabalho consiste em fornecer subsídios para a Secretaria Municipal de Educação de Maceió para que nas futuras intervenções e construções de escolas possa ser enfatizada a necessidade das melhorias da qualidade acústica nos ambientes escolares, como um dos critérios para elaboração do projeto arquitetônico.

## **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Acústica – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento**: NBR 10.151/2000. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Níveis de Ruído para Conforto Acústico**. NBR 10152: 1987 e errata de junho de 1992.

BERTOLI, Stelamaris Rolla (2001) Avaliação do Conforto Acústico de Prédio Escolar da Rede Pública: o Caso de Campinas. **Anais VI ENCAC 2001**, São Pedro.

BRADLEY, J. (2002). **Optimising Sound Quality for Classrooms**. In: XX Encontro da SOBRAC, II Simpósio Brasileiro de Meteorologia em Acústica e Vibrações – SIBRAMA. Rio de Janeiro.

BRADLEY, J. S. **Speech intelligibility in classrooms**. Journal of the Acoustical society of América, 80 (3), 846-854, 1986;

CREMONESI, José Fernando (1988). **Ruído Urbano- Natureza, medição e controle; Tecnologia de Edificações**, IPT; Editora Pini; São Paulo.

CROSBY, Philip B. (1990). Qualidade e investimento. 3ª ed., Rio de Janeiro, Jose Olimpio Editora.

FERNANDES, A. (2002). **Impacto do Ruído de Tráfego em Edificações Escolares**: Um Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PPGE/UFSC. Florianópolis.

FERNANDES, J. C. **Acústica e ruído**. Bauru-SP. UNESP. Apostila. 1999.

World Health Organization (WHO), **Guidelines for community noise**. Capturado na internet em 04 de Janeiro de 2002: [www.who.int/pet/](http://www.who.int/pet/);

LALLI, Flavio P.; **Critérios de Ruídos; Tecnologia de Edificações**, IPT; Editora Pini: São Paulo; 1988;

MOURA, Mariana Bezerra (2004). **Condições acústicas das salas de aula da Escola Tavares Bastos**. TFG de Arquitetura e Urbanismo. Ufal.

NABELEK, A; PICKETT, J. (1986). **Reception of Consonants in a Classroom as Affected by Monaural and Binaural Listening, Noise, Reverberation and Hearing Aids**. Journal of the Acoustical Society of America, 56 (2), 628-639, 1974. Apud BRADELEY, j. Speech intelligibility in classrooms. Journal of the Acoustical Society of America, 80 (3), 846-854.

OITICICA, Maria Lúcia; DUARTE, Elisabeth; SILVA, Luiz Bueno da. (2003). Análise da inteligibilidade da fala de uma sala de aula em situações diversas de climatização dentro do contexto acústico. **Anais ENCAC-COTEDI**. Curitiba, PR.

OITICICA, Maria Lúcia et al (1998). Impacto sonoro noturno provocado pelos estabelecimentos comerciais na orla da praia de Jatiúca-Maceió-Al; **Anais II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**; Antac; Fortaleza.

SANTOS, Maria Júlia; SLAMA, Jules (1993). Ruído no ambiente escolar: causas e conseqüências. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENCAC, 1993. p. 301-306).

SILVA, Prof. Péricles (1999). **Acústica Arquitetônica e Condicionamento do Ar. Belo Horizonte**, Editora Termo Acústica.

TECHNICAL COMMITTEE ARCHITECTURAL ACOUSTICS. **Classroom acoustics**. Disponível em: <http://asa.aip.org/classroom/booklet.html> Acesso em: 25 de novembro de 2003.

TEMPLETON, Duncan; **Acoustics in Built Environment**: Advice for the Design Team; Architectural Press; Great Britain; 1999; J. S. Bradley, H. Sato, M. Picard. On the importance of early reflections for speech in rooms. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 113, No. 6, June 2003, 3233 - 3244.

## **7 AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos ao CNPQ e a PROPEP-UFAL pelo fomento à pesquisa através da oferta de bolsas de iniciação científica.