



IMPACTO DO RUÍDO DE TRÁFEGO DENTRO DAS SALAS DE AULA REFERENCIANDO SISTEMAS VIÁRIOS DIFERENCIADOS: ESTUDO DE CASO

(1) RABÊLO, Amanda Maria Vasconcelos; (2) OITICICA, Maria Lúcia Gondim da Rosa

(1) Acad. Arquitetura e Urbanismo /UFAL. Lot. Bariloche, Quadra G, N° 13, Feitosa. Maceió- AL. Cep.: 57.042-780. E-mail: rabelo_amanda@hotmail.com; (2) Prof^ª. Msc. Departamento de Arquitetura e Urbanismo / Grupo de Estudo em Conforto Ambiental (GECA) – Universidade Federal de Alagoas/ Centro de Tecnologia. Campus A. C. Simões, Tabuleiro dos Martins. CEP 57032-320. Maceió-AL, Brasil. E-mail: mloiticica@hotmail.com.

RESUMO

Este trabalho analisa as condições acústicas do ruído de fundo de um centro educacional de ensino onde foram selecionadas duas escolas, buscou-se mostrar a influência da proximidade das salas de aulas em relação a sistemas viários diferenciados (via secundária e principal). Para isto, escolheu-se o centro educacional (CEAGB) na cidade de Maceió-AL. A primeira escola escolhida situa-se bem próxima a uma via principal, uma avenida de grande fluxo dentro da cidade. A segunda escola escolhida localiza-se bem mais distante desta via principal, porém próxima de uma via secundária de menor fluxo de veículos. Foi investigado o nível de ruídos dentro das salas de aulas das duas escolas, com medições simultâneas, para comprovar a diferença dos níveis de ruídos das escolas localizada dentro do mesmo complexo educacional, porém localizadas em pontos estratégicos diferenciados em relação à proximidade do sistema viário existente. Diante dos fatos concluídos, comprovou-se a necessidade de uma maior ênfase da qualidade acústica em salas de aula a fim de melhorar e facilitar a comunicação entre professores e alunos, algo imprescindível no processo de aprendizagem. As escolas situadas próximas de vias de tráfego mais intenso e pesado vão conseqüentemente a receber maiores impactos de ruído dentro das salas de aulas.

ABSTRACT

This work analyzes the acoustic conditions of the noise of fund of an educational center of teaching in which two schools were selected, where it looked for to show the influence of the proximity of the classrooms in relation to the systems of traffic secondary differentiated (via and he/she saw main). Of this, was chosen the educational center (CEAGB) in the city of Maceió-AL. A first chosen school, locates very close of a main road, an avenue of great flow inside of the city. The second chosen school is located much more distant of the main, even so close road of a secondary road of smaller flow of vehicles. It went investigated the level of noises inside of the classrooms of two schools, with simultaneous mensurations, to check the difference of the levels of noises of the schools located inside of the same educational complex, even so located in strategic points differentiated in relation to proximity of the system existent of traffic. Before the concluded facts, was proven the need of a larger emphasis of the acoustic quality in classrooms in order to improve and to facilitate the communication between teachers and students, something indispensable in the learning process. The close located schools of roads of more intense and heavy traffic are going consequently to receive larger noise impacts inside of the classrooms.

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores condicionantes no projeto arquitetônico e que sempre é deixado em segundo plano é o conforto acústico. Percebe-se que muitas escolas do setor público foram reformadas nas últimas gestões e nenhuma atenção foi dada referenciando a problemática da acústica. Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS (1999), os níveis máximos de exposição recomendados, medidos externamente, são de 55 dB(A) durante o dia e 45 dB(A) durante a noite. No entanto, segundo a própria OMS, cerca de 40% da população da União Européia está exposta a níveis acima de 55 dB(A), e 20% está exposta a níveis de 65 dB(A) devido ao tráfego de veículos durante o dia e mais de 30% está exposta a níveis acima de 55dB(A) durante a noite. Em uma grande maioria dos casos, o assunto é negligenciado e só se percebe a necessidade durante o dia-a-dia de combater o ruído de tráfego, quando a obra já se encontra concluída. Esta ação tardia torna a solução mais onerosa. Percebe-se que isto é muito comum em obras do setor público, e fica explícito na maioria das escolas, tornando o foco deste estudo. Diante desta problemática foi despertado o interesse de desenvolver uma análise crítica enfatizando a área da acústica nas escolas estaduais, visando avaliar a influência dos tipos de sistemas viários em relação ao nível de ruído e ao posicionamento das salas de aulas.

Com o grande crescimento nas cidades, e, conseqüentemente, o aumento do número de veículos nos núcleos urbanos, o nível de ruído cresce gradativamente, e, assim, tem-se uma deterioração da qualidade de vida, causada por esta poluição sonora. Esta situação torna-se cada vez mais crítica. Essa interferência se torna mais perceptível em grandes vias, onde se tem um fluxo maior destes veículos. Com isso, deve-se evitar nessas áreas a existência de escolas, já que nesse tipo de edificação é necessário um baixo nível de ruído nas salas de aula, para que nada disperse a atenção dos estudantes e o trabalho dos professores.

As pessoas podem sentir dificuldade de concentração diante de um nível excessivo de ruído e, dependendo da existência freqüente do ruído no trabalho podem ter sérios e irreversíveis danos ao ouvido (DE MARCO, 1986). Nos ambientes onde se tem um nível elevado e freqüente de ruído, ocorrem várias situações de stress entre as pessoas, e, ainda, a comunicação fica complexa, dificultando, além de tudo, o convívio entre estas.

Os ruídos são altamente prejudiciais às edificações escolares, pois dificultam a audibilidade das palavras e ajudam a dispersar a atenção dos alunos, diminuindo o rendimento escolar e aumentando o desinteresse pelos estudos. O ideal é que a localização das Escolas seja mais tranqüila e afastada de grandes fluxos e grandes movimentos, já que estas, por si, já são bastante ruidosas (SILVA, 1997).

As edificações escolares devem oferecer condições favoráveis ao bom desenvolvimento das atividades realizadas por seus usuários, no caso, alunos e professores. Devem procurar uma certa qualidade acústica, inibindo os ruídos intrusivos, alcançando a inteligibilidade da fala. Quando se deixa de lado este aspecto, no momento em que se está projetando, as escolas ficam submetidas a altos níveis de ruído, graças a grande proximidade destas com grandes avenidas, que possuem um grande fluxo de veículos.

Na cidade de Maceió-AL, na Av. Fernandes Lima, uma das grandes avenidas, que é dita arterial, e que possui um grande fluxo de veículos, e conseqüentemente um grande nível de ruído, localiza-se o CEAGB (Centro Educacional Antônio Gomes de Barros), que seria um complexo educacional estadual, tornando o foco de análise desta pesquisa. Para isto foram escolhidas duas escolas dentro deste centro educacional, uma próxima a via de grande tráfego (Av. Fernandes Lima) que é a Escola Estadual Maria José Loureiro, que como agravante, localiza-se próxima a um ponto de ônibus. A segunda localiza-se no final do centro de ensino, a Escola Estadual Laura Dantas, está situada lateralmente próxima à via secundária Clementino do Monte com fluxo de veículos menor e o ponto de ônibus localizado no outro lado da rua.

A escolha destas duas escolas, situadas em um único terreno, foi com a intenção de se verificar que a estratégia do projeto para locação das unidades escolas em nenhum momento referenciou a influência do tráfego em salas de aulas. A pesquisa buscou analisar sistemas viários distintos, para mostrar a importância de se localizar as salas de aulas das instituições de ensino, distantes de grandes tráfegos

urbanos. Segundo a OMS (1999), ao contrário de muitos outros problemas ambientais, a poluição sonora continua a crescer e o número de reclamações junto ao Poder Público por pessoas expostas também tem aumentado.

O objetivo deste trabalho é analisar e estudar os ambientes das escolas estaduais Maria José Loureiro e Laura Dantas, situadas dentro de um complexo educacional, sob o ponto de vista acústico, mostrando a diferença entre situar uma escola nas proximidades de uma via secundária e uma via principal, com a finalidade de ressaltar os níveis de ruídos encontrados dentro das salas de aulas. Com isto pode-se mostrar que se forem tomados os devidos cuidados, pode-se minimizar os eventuais desconfortos para os usuários destes espaços, através de melhores posicionamentos das salas de aulas, uma melhor estratégia de projeto para combate ao ruído ou utilizando-se um isolamento apropriado contra sons indesejáveis.

2. TRATAMENTO E ISOLAMENTO ACÚSTICO EM SALAS DE AULA

O tratamento acústico é o processo onde se procura dar a um recinto condições que permitam a boa audição às pessoas presentes neste recinto ou a finalidade a que se destina. O tratamento corresponde ao isolamento acústico e o condicionamento acústico.

O isolamento acústico é o processo onde se busca evitar a penetração ou a saída, de ruídos ou sons, em um determinado recinto. Neste processo procura-se amortecer os sons indesejáveis, intrusivos, ou produzidos no próprio local, através de diferentes fechamentos. Criando barreiras para bloquear o som indesejado, impedindo-o de entrar ou sair de um ambiente.

O tratamento acústico é uma correção de um ambiente já existente. Dizer que uma sala tem boa acústica significa dizer que esta reúne boas condições para a finalidade a que se reserva. Segundo SENA (2000), o tratamento acústico aparece como uma forma de atenuar o nível de energia sonora entre a fonte geradora e o ouvinte, permitindo que este nível não prejudique a atividade realizada no local.

O primeiro passo para dar início ao tratamento acústico é o planejamento, que vai determinar os procedimentos necessários. Não há nenhum critério único que garanta boa acústica para todos os ambientes e seus usos. Cada local tem exigências acústicas específicas. Deve-se definir o local, a função da edificação, até os elementos da edificação, e a partir disto verificar o nível médio de ruído admitido pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NB 10.152. No caso a ser analisado, salas de aulas em escolas, o nível médio de ruído admitido fica entre 40 a 50 dB (A).

Com estes dados principia-se o controle ou isolamento, eliminando os ruídos externos dentro do recinto, obtendo um bom tempo de reverberação e evitando que haja uma mal distribuição sonora. Com o isolamento, o som se desloca menos livremente entre o ar e materiais densos. A dificuldade com a qual o som se desloca através de um material se chama impedância do material. Quanto maior a diferença de impedâncias, maior o isolamento acústico.

Com o controle dos sons, deve-se evitar defeitos acústicos comuns, como o eco, que é a superposição do som refletido e direto, que apresenta um intervalo de tempo de 1/15 segundos, e para se evitar este se deve revestir as superfícies refletoras, rígidas, polidas e paralelas com material acústico; a ressonância que é o fenômeno da vibração de um corpo, com uma certa frequência, por estar próximo do outro corpo vibrante que o influenciou. O último ocorre mais acentuadamente em salas pequenas.

O problema de ruídos externos vem se agravando com o avanço da tecnologia, o aumento do uso de máquinas, veículos, tráfegos mais intensos nas grandes cidades; ainda se tem a leveza dos materiais de construção, com paredes menos espessas, maiores superfícies de vidro, tudo isso para agravar este problema nos grandes centros urbanos. As fontes mais prejudiciais são as ligadas ao tráfego, pois tem poder residual, e produzem um ruído de fundo constante.

A renovação de salas de aula mal-projetadas fica muito mais cara. O interesse primordial da acústica de uma sala de aula é a melhor inteligibilidade e uma maior audibilidade.

3. ESTUDO DE CASO

Este trabalho buscou analisar as condições acústicas, ressaltando o ruído de fundo das salas de aulas de uma unidade de ensino fundamental na cidade de Maceió-Al. Portanto, foi verificada a interferência do ruído do tráfego com sistemas viários diferenciados, em que este pode causar dentro de uma sala de aula. Para desenvolver este estudo foi escolhida uma sala de aula em cada escola, pois se percebeu que estes ambientes precisam de intervenções bastante razoáveis devido ao grande número de alunos concentrados, e ao grande impacto de ruído de tráfego dentro das salas de aulas.

Quanto às características do ambiente das salas analisada, a sala de aula da Escola Maria José Loureiro (Fig. 01) possui materiais padronizados pela Secretária Estadual de Educação, predominantes nas escolas da cidade de Maceió, como paredes em alvenaria com faixa de cerâmica até aproximadamente 1,5m de altura, teto em PVC e janelas de madeira. A sala possui alguns ventiladores que ficam ligados durante as aulas. Já a sala de aula da Escola Laura Dantas (Fig. 02), possui os mesmos materiais, porém diferenciando no seu forro que são de placas acústicas.



Fig. 01: Sala de Aula da Escola Maria José Loureiro



Fig. 02: Sala de Aula da Escola Laura Dantas

Percebe-se uma organização e limpeza dentro do ambiente de trabalho que são as salas de aula, mais pouca preocupação com relação à qualidade acústica. Observou-se que quanto aos materiais empregados são na sua grande maioria altamente reflexivos, e que o volume interno das salas de aulas baixo em função da grande número de alunos.

3.1. Metodologia Aplicada

Foi feita uma avaliação do desempenho acústico das salas de aulas em estudo, com o levantamento do local estudado, procurando localizar as fontes de ruído e selecionando os ambientes a serem estudados. Foi feita a medição do nível de ruído de fundo utilizando-se um decibelímetro modelo INSTRUTHERM dec-405 para medir o nível de pressão sonora nas duas avenidas escolhidas, simultaneamente, para se chegar ao horário de pico. Depois do resultado encontrado foi encontrado o nível de ruído equivalente (Leq), através da equação:

$$Leq \text{ (dB(A))} = 0,010 (L10 - L90)^2 + 0,50 (L10 + L90) \quad [\text{Eq. 01}]$$

Com o horário estabelecido, foi realizado outro levantamento simultâneo dentro de sala de aula, nas duas escolas e a partir daí se chegou às conclusões e discussões dos resultados das medições e dos estudos teóricos efetuados. A partir destes dados recomendações finais foram elaboradas.

3.2. Avaliação das Condições Acústicas das Salas de Aula

Máquinas, veículos e aglomerações tornam a poluição sonora cada dia mais intenso. E no ambiente escolar a situação não é das melhores. É muito importante quando se vai projetar, fazer o projeto acústico, de acordo com a função da edificação, para que no futuro não se obtenha problemas, tentando uma adequação ao local onde se vai construir. Com isso, nas escolas é necessário que o nível de ruído nas salas de aula não seja muito alto, para que nada disperse a atenção dos alunos.

O projeto acústico em escolas necessita ser bastante cuidadoso, já que é preciso, além de controlar os ruídos, controlar, também, ecos, o tempo de reverberação, relação sinal/ruído entre outros fatores, para que se possam realizar bem as atividades previstas para o local.

Com o desenvolvimento das cidades, o ruído externo vem interferir cada vez mais dentro da sala de aula, tornando escolas que foram implantadas em outra época e situação, ineficientes em relação ao conforto acústico. Com o desenvolvimento dos espaços urbanos, a proximidade e intensidade do tráfego, problemas se tornaram intenso e complexos. No estudo de caso, o centro educacional do CEAGB, na época da sua implantação a proximidade existia porém o tráfego não era tão intenso quanto na atualidade, em especial com referência a Av. Fernandes Lima, seu fluxo de veículos não era tão intenso e pesado.

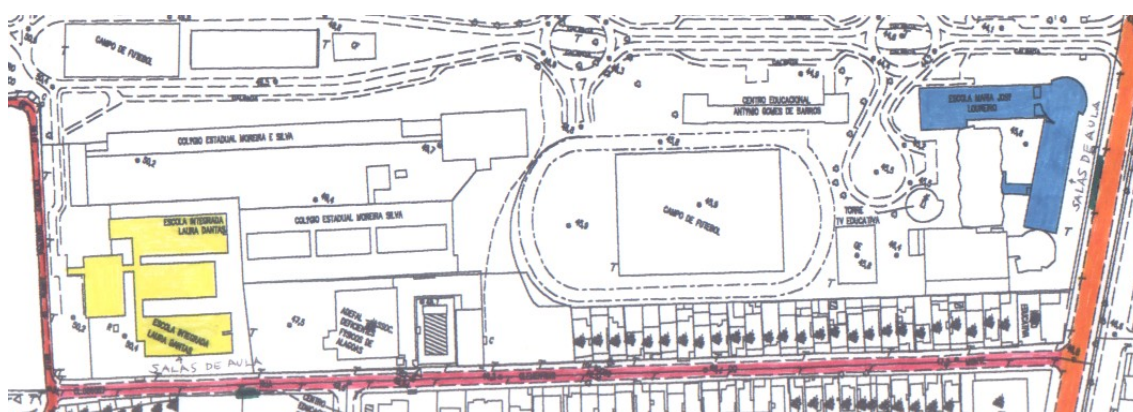
O primeiro problema, a ser percebido no estudo de caso, é relacionado com a planta de locação das escolas, já que a lei determina um nível de 40 a 50 decibéis por sala de aula. Neste complexo educacional, seus arquitetos situaram a área de lazer no centro do terreno e as escolas locaram na área perimetral, próximas das ruas e avenidas. Pode-se observar que a estratégia acústica do projeto não foi muito considerada. Portanto, poderia ter se reduzido à entrada de ruídos na edificação utilizando maiores afastamentos, adotando-se como partido, estratégias para bloqueio do ruído, explorando desníveis que existam no terreno ou criando-se barreiras.

Nas salas de aula, o ruído não é apenas incômodo, mas interfere no rendimento dos estudantes e dos professores, que ficam prejudicados em dar aulas em uma escola ruidosa, pois podem ter problemas de voz, de saúde, em geral, e de bem-estar. Ficam vulneráveis ao aparecimento de laringites e calos nas cordas vocais, pois tem que fazer um grande esforço para ser ouvido e acabam gritando sem perceber. Quando se ouve um ruído alto, o nível de adrenalina aumenta, fazendo subir a pressão arterial e gerando estresse instantâneo. Ainda, os efeitos da poluição sonora prejudicam a aprendizagem: quando todo mundo fala alto, ninguém ouve nada direito e é difícil prestar atenção.

Segundo COUBE (1999), para as crianças, que ainda estão em idade de formação, o ruído presente na vida diariamente, pode acarretar problemas de comportamento, distúrbios na voz, dificuldade da localização dos sons e dificuldade no desenvolvimento da fala.

Para evitar estas conseqüências e danos na vida das pessoas deveria ter se procurado um isolamento sonoro nas salas de aula, este isolamento seria a eliminação dos sons indesejáveis, que são de uma fonte externa (o tráfego). Para se ter este isolamento, necessitaria fazer um tratamento acústico, um artifício que se tem em arquitetura para controlar ou diminuir o nível de energia sonora entre a fonte geradora e o ouvinte, de acordo com a função e a necessidade e seguindo o nível médio de ruído admissível previsto pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NB – 10.152/87 (SENA, 2000).

Assim, tem-se que o objeto de estudo, as escolas estaduais Prof^o Maria José Loureiro e Laura Dantas, que são dois exemplos distintos, em relação ao problema acústico nas escolas. Estas se localizam no mesmo local o CEAGB (Centro Educacional Antonio Gomes de Barros) (Fig. 03), só que estão implantadas de formas diferentes. A primeira no início deste e a segunda localizada mais posteriormente, no final do centro.



SEM ESCALA

Fig. 03: Mapa CEAGB (Centro Educacional Antonio Gomes de Barros)

LEGENDA:

- Av. Fernandes Lima (via principal)
- Rua Clementino Monte (via secundária)
- Travessa Arnon de Melo (via secundária)
- Escola Laura Dantas
- Escola Maria José Loureiro
- Ponto de Ônibus

A Escola Maria José Loureiro tem o alto nível de ruído como um problema diário, já que fica localizada próxima a Av. Fernandes Lima, uma das grandes vias da cidade de Maceió, uma avenida central, e que possui um tráfego muito intenso e pesado. Como agravante para as condições de ruído nas salas de aula, a permanência de uma parada de ônibus, que se localiza bem próximo das salas de aula, aumentando consideravelmente o nível de ruído. Este fato foi comprovado pelo levantamento realizado. Todos estes fatores comprovam a dificuldade de trabalho dos professores e o aprendizado dos alunos, pois se tem prejudicada a audibilidade e a inteligibilidade das salas.

A Escola Laura Dantas vem provar que se tomando os cuidados necessários, pode-se amenizar os problemas acústicos, de acordo com a implantação adotada. Já que esta se localiza no mesmo Centro Educacional só que distante da grande avenida. A escola se situa ao lado de uma via secundária, de menor fluxo de veículos e com parada de ônibus no outro lado da rua, não recebendo tanta influência direta de ruídos.

3.3. Análise e diagnóstico dos dados


Foram efetuados levantamentos de ruídos simultaneamente nas duas vias, e no horário de pico que foi constatado, foi realizado o mesmo levantamento dentro das salas de aula, e posteriormente foi feito o cálculo do nível equivalente de ruídos (Leq). Assim, se tem na tabela 01 os seguintes dados:

Tabela 01: Levantamento de ruídos no dia 28/08/2004 (sexta-feira)

HORÁRIO	A	B
Horas	dB(A)	dB(A)
07:50	80,64	70,44
08:50	80,75	69,56
09:50	84,00	65,71
10:50	83,44	73,56
11:50	80,36	73,11
12:50	83,71	72,39
13:50	79,36	65,96
14:50	81,00	70,91
15:50	80,99	72,49
16:50	80,64	71,44
17:50	80,64	68,00

A = RUA PRINCIPAL: Av. Fernandes Lima (próximo pt. de ônibus)

B = RUA SECUNDÁRIA: Rua Clementino Monte

 Horário de pico nas duas escolas

Foi percebido que o horário de 10:50hs era o horário de pico, e a partir disto foi feito outro levantamento de ruídos, simultâneo nas duas escolas, só que primeiro dentro da sala de aula e depois fora destas. Sendo que os horários adotados foram 9:55hs (dentro das salas de aula) e 10:20hs (na rua). O resultado dos níveis equivalentes de ruídos (Leq) obtidos foram os seguintes da tabela 02:

Tabela 02: Níveis de ruídos simultâneos dentro das salas de aula e na rua

HORÁRIO Horas	Escola Maria José Loureiro	Escola Laura Dantas
	Prox. Via Principal dB(A)	Prox. Via Secundária dB(A)
9:55 (dentro da sala de aula)	61,99	53,00
10:20 (na rua)	84,44	74,84

Com base nestes levantamentos, ficou bastante nítido que os níveis de ruído ultrapassaram em todos os casos estudados, os níveis admitidos pela Norma Brasileira, que estabelece o nível de ruído máximo em uma sala de aula em torno de 40 a 50 dB(A). No caso da Escola Laura Dantas, os níveis levantados ultrapassa pouco o permitido, apenas 3 dB(A). Isto mostra que a proximidade de uma escola em uma via secundária e afastada de pontos de ônibus favorecem as condições de ruído de fundo nas salas de aula. Em relação à localização da Escola Maria José Loureiro, situada em uma via principal, e próxima a um ponto de ônibus, faz com que sejam elevados os seus níveis de ruído de fundo dentro das salas de aula.

Com o nível de ruídos de ambas as salas, acima de 50 db(A), fica conturbado a aprendizagem e o conforto, pois inibirá a concentração dos alunos, e conseqüentemente o trabalho dos professores. Isto ocorre devido à inadequação das edificações escolares, que são concebidas de forma errônea, já que os projetistas não abordam os problemas acústicos nas escolas. Para a tentativa da correção destes defeitos acústicos, se tem um alto custo em soluções nem sempre satisfatório.

Um dos fatores importantes, que chega a ser um objetivo na acústica, é alcançar o nível de inteligibilidade da fala dentro da sala de aula, para que os professores possam ser melhor compreendidos por todos os alunos. Para tal, é necessário que se chegue a um satisfatório nível de inteligibilidade nestas salas de aula e que se corrija as condições acústicas das salas de aula por ser uma das principais causas do estresse diário a que se expõe o professor.

É imprescindível que nas salas de aula, exista uma boa comunicação entre professor e aluno, já que esta é uma das principais funções na sala de aula. Mesmo tendo toda esta importância, tornou-se um dos grandes problemas nestas escolas estudadas, dificultando o aprendizado e causando desconforto, estresse, irritação para o professor. Esta comunicação fica cada vez mais complexa devido ao alto índice de ruídos externos, que são ruídos de fundo causados pelo grande número de veículos que passa freqüentemente pelas vias próximas.

A ausência de uma interface entre órgãos de transito, secretaria de educação e administração das escolas, faz com que os problemas sejam muitas vezes perpetuados, sem soluções, pois com isto poderiam ser criados artifícios que induzissem os motoristas a diminuir a velocidade neste trecho da Av. Fernandes Lima, como faixas de pedestres, guardas de trânsito, sinalização. Outra medida seria a retirada da parada de ônibus e em último caso seria a retirada da Escola Maria José Loureiro deste local, colocando-a no próprio centro educacional, em áreas que estão em desuso. Esta última hipótese é de interesse de partes integrantes da escola (diretores e professores). No caso da Escola Laura Dantas, se adotaria soluções menos drásticas, já que o nível de ruído não ultrapassa tanto o admitido pela norma, como a criação de barreiras (vegetação) e melhores nas suas aberturas.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos através das medições, chegou-se a conclusão da ineficiência das condições acústicas das salas de aula estudadas. Percebe-se que existe a necessidade de afastar das salas de aula fontes de ruído constante, como as de tráfego, já que as escolas não são construídas pra suportar este tipo de desconforto. Contudo, é necessário efetivar o projeto urbanístico, dando maior ênfase às implantações das escolas quanto a sua localização, vias de acesso e normas que existem para amenizar estes problemas causados pelos ruídos externos. Hoje as cidades deparam-se com o estatuto das cidades, para a criação de novas normas urbanísticas, principalmente ao item mencionado neste estatuto relacionando-as com o impacto da vizinhança. A criação de pólos restritos de tráfego, proporciona áreas de maior silêncio que poderiam contemplar as escolas em posição estratégicas. Fica claro que existe o interesse dos administradores das escolas em tentar equacionar o problema deste desconforto, mas por conta da situação complexa administrativa pública torna mais difícil. Cabe-se, portanto aos responsáveis pelas instituições de ensino em reavaliar as locações das escolas em relação ao sistema viário para que problemas futuros possam ser minimizados tais quais: problemas nas cordas vocais dos professores devido à necessidade de aumentar a relação sinal/ruído e diminuição do rendimento escolar por consequência da baixa inteligibilidade.

6. BIBLIOGRAFIA

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

COUTO, H. de A. *Ergonomia Aplicada ao Trabalho em 18 lições*. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

DE MARCO, C. S. *Elementos de Acústica Arquitetônica*. 2º edição. São Paulo: Nobel, 1982.

FERNANDES, João C. *Acústica e Ruídos*. UNESP – Campus de Bauru – Faculdade de Engenharia. São Paulo: 1999.

MELO, Gianna. *Isolamento acústico de portas e janelas*. Monografia de Pós-Graduação. Universidade de São Paulo – Escola de engenharia de São Carlos. São Paulo: 1989.

MOURA, Mariana Tavares. *Condições acústicas das salas de aula da Escola Tavares Bastos*. Trabalho Final de Graduação de Arquitetura e Urbanismo: Centro de Tecnologia, Ufal. Maceió: 2004.

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

SOBRAC – Sociedade Brasileira De Acústica. *Revista Acústica & Vibrações*, N° 29. Florianópolis, SC: Julho/2002.

SENA, Flávia A. D. *Condições Acústicas de Salas do CTEC-UFAL*. Trabalho de Conclusão de Curso: Centro de Tecnologia, UFAL. Maceió: 1999.

SILVA, Prof. Péricles. *Acústica Arquitetônica e Condicionamento do Ar*. Belo Horizonte, Edições Engenharia Arquitetura, 1997.

VONO-COUBE, Carmen Zaramella; BEVILACQUA, Maria Cecília; FERNANDES, João Cândido. *Ruídos em escola*. Cadernos de Audiologia, HRAC-USP, 1999.

<http://www.arch-tec.com.br>

<http://www.audioacustica.hpg.ig.com.br>

<http://www.cdcc.sc.usp.br>

<http://www.eps.ufsc.Br/disserta96/tafner/cap3/cap3.htm>

<http://www.geocities.yahoo.com.br/isoacusticbracon>

<http://www.ibamapr.hpg.ig.com.br>

<http://www.isar.com.br>

<http://www.iupe.org.Br/ass/radialismo/ap004-acustica.htm>

<http://www.sobrac.ufsc.br>