

Recebido em: 21/03/2005	<i>HOLOS Environment</i> , v.6 n.2, 2006 - P. 137
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

A CONTAMINAÇÃO ACÚSTICA DE AMBIENTES ESCOLARES DEVIDO AOS RUÍDOS URBANOS NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL

THE ACOUSTIC CONTAMINATION OF SCHOOL ENVIRONMENT DUE TO URBAN NOISES IN THE FEDERAL DISTRICT, BRASIL

A. Eniz¹; S. L. Garavelli²

¹Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental, Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Qualidade de Vida Urbana da Universidade Católica de Brasília, UCB.

²Doutor em Física, Professor do Mestrado e Doutorado do Programa em Planejamento e Gestão Ambiental e do Curso de Física, Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Qualidade de Vida Urbana da Universidade Católica de Brasília, UCB - Águas Claras, CEP 71996-700 - Brasília, Brasil, e-mail sergiol@ucb.br

RESUMO

Os ruídos urbanos estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, invadindo residências, locais de trabalho, de lazer, hospitais e escolas, podendo prejudicar as relações sociais, a comunicação, o comportamento, o rendimento escolar, a saúde etc. O objetivo principal deste trabalho foi analisar e quantificar o ruído ambiental em dez escolas do Ensino Fundamental e Médio no Distrito Federal. O parâmetro adotado foi o nível de pressão sonora equivalente Leq (A), avaliado por medidores de pressão sonora, segundo as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O ruído de fundo foi medido no recesso escolar e também durante o período normal de aula. Constatou-se que cinco das dez instituições pesquisadas convivem com níveis de ruídos advindos do tráfego de aviões, carros de passeio, caminhões, carros de propaganda, motocicletas, ônibus, entre outros que excedem os limites recomendados pela legislação. Em 90% das escolas avaliadas, os níveis de ruídos observados durante as atividades estão acima dos valores máximos recomendados para o conforto acústico de uma escola. São edificações mal localizadas dentro da malha urbana, “expostas” a níveis de pressão sonora acima daqueles recomendados pelas normas. Os resultados encontrados revelam uma

Recebido em: 21/03/2005	<i>HOLOS Environment</i> , v.6 n.2, 2006 - P. 138
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

situação crítica, indicando a necessidade urgente de medidas que atenuem esta grave modalidade de poluição.

Palavras-chave: ruído urbano, contaminação acústica, conforto ambiental, escolas, poluição sonora.

ABSTRACT

Urban noises are more and more presents in our daily life, invading residences, work places, leisure locations, hospitals and schools, becoming a potential harm to social interaction, communication, behavior, school performance, health etc. The main objective of this work was to analyze and quantify the environmental noise in ten schools of the basic education in District Federal, Brazil. The adopted parameter was the equivalent sound pressure level Leq (A), which was evaluated according to the sound level measures following the standard established by Brazilian Association of echnical Regulations (ABNT). The background noise was measured during holidays and during regular class periods. The study detected that half of the schools researched are being “contaminated” with noise from aircraft, road traffic, trucks, advertising vehicles, motorcycles, buses among other sources, with limits outside the recommended by law. In 90% of the evaluated schools, the noise levels observed during the activities are above of the maximum values recommended for the acoustic comfort of a school. These are buildings ill-located in the city and therefore “exposed” to levels that are above of recommended by the norms. The results show a critical situation indicating the urgent need of actions with the objective of mitigating this severe type of pollution.

Key words: urban noise, acoustics contamination, environmental comfort, schools, noise pollution.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os problemas sobre o ambiente escolar referente aos aspectos físico-ambientais – luminosidade, temperatura, circulação de ar, ambiente arquitetônico e sonoro – ainda estão sendo tratados de maneira incipiente, especialmente no Distrito Federal (DF). Todos são itens relevantes para o conforto ambiental de uma escola, embora este estudo contemple especialmente o aspecto sonoro.

O pouco conhecimento por parte dos gestores das escolas, professores e alunos sobre esse tema, evidencia uma realidade preocupante. Há necessidade de que os mesmos possam, efetivamente, pelo conhecimento, auxiliar na identificação, minimização e superação das interferências negativas que um ambiente acusticamente inadequado possa trazer ao processo de ensino-aprendizagem e à saúde de professores e alunos.

Recebido em: 21/03/2005	<i>HOLOS Environment</i> , v.6 n.2, 2006 - P. 139
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

O ambiente escolar, destinado à produção cultural e formação do cidadão, pode por vezes, tornar-se um ambiente ruidoso pelas próprias atividades de alunos e professores. É comum nas escolas promoverem atividades de recreação, aulas de educação física e até mesmo jogos em locais próximos às salas de aulas onde as aulas se realizam. Tais atividades somadas aos ruídos ambientais podem fazer com que os professores elevem a intensidade da voz para que possam ser compreendidos; o que contribui ainda mais para a degradação da qualidade de conforto acústico do ambiente. Esta é uma situação que faz parte da rotina de um grande número de escolas da rede de ensino público e privado, devendo ser encarada seriamente pelos gestores das escolas. Além disso, muitas delas estão localizadas onde o tráfego de veículos automotivos, principal vilão da poluição sonora nos grandes centros urbanos, é intenso. Cada carro de passeio é uma fonte emissora de 70-75 dB(A) a sete metros de distância (PIMENTEL-SOUZA, 2000).

Dentre os problemas causados pelo ruído, ressaltam-se a falta de concentração, baixa produtividade, interferência na comunicação e dificuldade na aprendizagem de crianças e adolescentes. Segundo Schick, Klatte e Meis (2000), as crianças e adolescentes são excluídas de grande parte dos estudos realizados em larga escala sobre os efeitos do ruído nos seres humanos. Como consequência o conhecimento dos possíveis males que estes indivíduos podem sofrer devido à exposição a este tipo de contaminação, ainda é pequeno.

Além dos prejuízos ao desempenho humano, o ambiente ruidoso também acarreta danos à saúde. Fadiga, nervosismo, reações de estresse, ansiedade, falta de memória, cansaço, irritação, problemas com as relações humanas, são efeitos observados nos seres humanos, segundo o relatório da Organização Mundial da Saúde (WHO, 1999).

Numa escola, as crianças em processo de aquisição de linguagem e escrita são particularmente as mais vulneráveis aos efeitos da poluição sonora. Num ambiente ruidoso são as mais prejudicadas, pois estão na fase de aquisição de vocabulário e leitura, nem sempre compreendendo com exatidão as palavras proferidas por seus professores. Assim, se o ambiente for acusticamente inadequado, certamente os prejuízos nessas modalidades se farão presentes. Os adolescentes conseguem compreender melhor as palavras, sofrendo talvez uma perda relativamente menor, porém não menos importante. Uma vez que o ambiente escolar foi desenvolvido para maximizar as potencialidades humanas, é imprescindível que este esteja adequado à finalidade a que se destina.

Quick e Lapertosa (1981) afirmam que “o problema do ruído deve ser encarado seriamente, não só no ambiente industrial, mas também na comunidade em geral, pois ele afeta as pessoas na sua individualidade e na coletividade, alterando seu comportamento e relacionamento”. Para Pimentel-Souza (2000), milhões de cidadãos passivos do terceiro mundo estão ficando perturbados física, mental e psicologicamente, perdendo sua capacidade intelectual. Compromete-se o raciocínio, a comunicação oral, a educação e o bem-estar, limitando as potencialidades humanas.

<i>Recebido em: 21/03/2005</i>	<i>HOLOS Environment, v.6 n.2, 2006 - P. 140</i>
<i>Liberado para Publicação em: 25/09/2006</i>	<i>ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)</i>

Outros fatores que ficam evidentes em crianças e adolescentes são a perda de concentração, desinteresse, mudança de comportamento, decréscimo da capacidade de trabalho, dores de cabeça e aumento significativo do tom de voz durante a comunicação verbal. Nos professores, além desses efeitos, constam-se, dores de garganta, rouquidão, calos nas cordas vocais entre outros males (PINTO e FURCK, 1988).

O presente trabalho visa alertar a comunidade civil, órgãos governamentais, planejadores urbanos e ambientalistas para um mal que não é devidamente avaliado e conhecido por grande parte da população, talvez por não arrolar provas suficientes de convencimento ou por não se poder captar a causa pelos próprios olhos, nesta era considerada de predomínio visual (PIMENTEL-SOUZA, 2000).

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi aplicada em dez escolas da rede pública e privada de ensino do Distrito Federal, sendo que a coleta de dados se deu entre julho de 2002 e maio de 2003. As escolas estudadas estão localizadas nas cidades de Brasília, Taguatinga e Núcleo Bandeirante. Figura 1 está a Carta aérea do Distrito Federal, com a distribuição espacial das escolas avaliadas.

As escolas foram selecionadas visando obter um conjunto representativo do universo das instituições de ensino fundamental e médio, localizadas em áreas urbanas do DF. A localização foi o principal critério adotado, outros fatores como: tipo (pública /privada); nível de ensino oferecido (médio/fundamental); área ao redor da escola e distância às vias com grande fluxo viário, também foram levados em conta.

Quanto à localização, as escolas foram escolhidas de forma a abranger áreas de Brasília, cidade tombada pela UNESCO e também em outras regiões administrativas como Taguatinga e Núcleo Bandeirante, conhecidas como cidades satélites, onde o uso e ocupação do solo ocorreram de forma menos ordenada. Em relação aos outros critérios a escolha foi feita de modo a garantir a diversidade de situações encontradas nas escolas do DF.

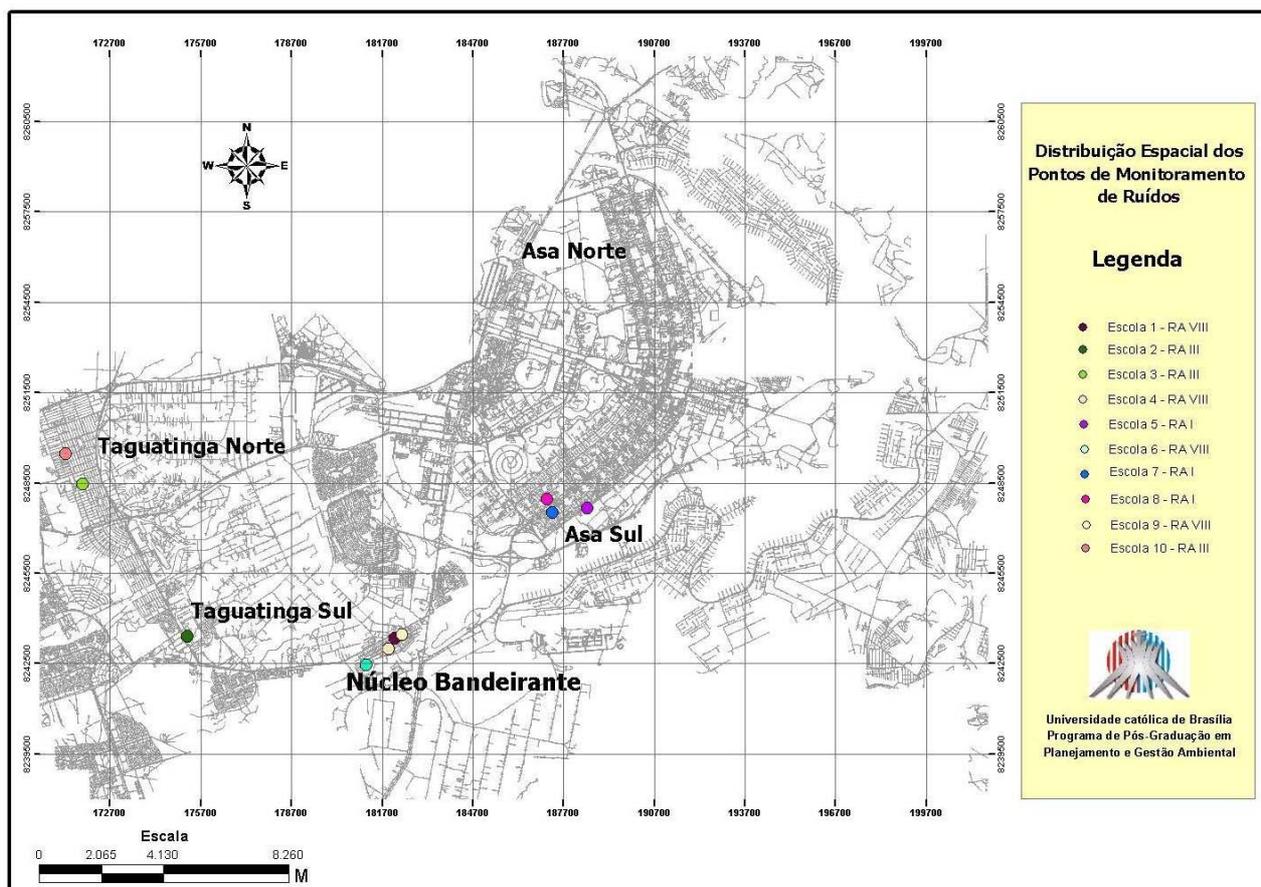


Figura 1 - Carta aérea do Distrito Federal, com a distribuição espacial das escolas avaliadas.

O nível de pressão sonora referente ao ruído de fundo das salas de aulas, foi medido no recesso escolar e no período letivo. As medidas foram realizadas em varias salas e em diferentes dias da semana, num intervalo de tempo de aproximadamente uma hora. Durante o período letivo, atividades como intervalos e recreações foram considerados, pois fazem parte da rotina das escolas.

Os dados foram coletados no turno matutino, entre 07h30 e 12h30. As avaliações foram realizadas observando-se as mesmas condições em que as salas de aulas são utilizadas. Em função da temperatura no Distrito Federal ser agradável na maior parte do ano, com exceção da Escola 3 que utiliza sistema de ar condicionado, todas as outras funcionam normalmente com as janelas abertas. Janelas fechadas reduzem o índice de contaminação externa por ruídos, mas pode afetar de maneira negativa o conforto térmico. A Escola 3 utiliza sistema de ar condicionado, neste caso as medidas foram feitas com as janelas fechadas. Seguindo as recomendações da NBR 10.151, (ABNT, 2000), as medidas foram realizadas em dias sem chuvas e trovoadas e com a ausência de vento forte.

<i>Recebido em: 21/03/2005</i>	<i>HOLOS Environment, v.6 n.2, 2006 - P. 142</i>
<i>Liberado para Publicação em: 25/09/2006</i>	<i>ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)</i>

Os níveis de pressão sonora foram expressos através do parâmetro Leq (nível equivalente de pressão sonora). Os equipamentos utilizados foram: medidor da intensidade de pressão sonora da marca Minipa, modelo MSL 1352 A, com protetor de vento, tripé e calibrador acústico da mesma marca; os Li (nível de pressão sonora) foram lidos em resposta rápida (fast) a cada 1 segundo, no modo de compensação A. Os equipamentos foram calibrados regularmente.

Os dados foram gravados no equipamento e posteriormente transferidos para um computador, onde os cálculos e análises foram realizados com o auxílio do software POLSON, desenvolvido pelo grupo de pesquisa em ruídos ambientais da Universidade Católica de Brasília.

Para análises e comparações foram utilizadas as normas NBR 10.151 e 10.152 (ABNT, 2000; 1987) além do Decreto nº 20.769, de 3 de novembro de 1999 (BRASIL, 1999), que aprova as normas relativas a obras de construção e de modificação em estabelecimentos de ensino destinados à Educação Infantil, ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio do Sistema de Ensino do Distrito Federal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das escolas pesquisadas, quatro pertencem à rede de ensino privada e seis à Secretaria de Educação do Distrito Federal. A Escola 1 está localizada na parte central da Região Administrativa (RA) VIII – Núcleo Bandeirante pertence à rede privada e atende todos os segmentos do ensino básico, ou seja, da Educação Infantil ao Ensino Médio. É considerada de porte médio e abriga aproximadamente 1200 alunos. Dentre as escolas analisadas, esta é a que está mais exposta à contaminação devido aos ruídos ambientais, gerados principalmente pelo tráfego urbano, terrestre e aéreo. A escola foi construída entre duas das principais avenidas da cidade, ocupando todo o terreno disponível, fato que acarreta prejuízo a várias salas de aulas que ficam muito próximas às vias (cerca de 8m). Além disso, a escola encontra-se na rota de descida das aeronaves que se destinam ao Aeroporto Internacional de Brasília. Mesmo estando em uma região afetada pelo ruído urbano, não foram observadas barreiras ou outro tipo de tratamento acústico que favorecessem a redução da propagação do ruído urbano para o interior da escola.

Localizada em Taguatinga RA III, a Escola 2 pertence à rede privada de ensino, trabalha também com todos os segmentos da educação básica, porém é de grande porte, pois atende aproximadamente 3000 alunos. É uma escola que convive diariamente com ruídos provenientes do tráfego aéreo e terrestre e ainda com o trânsito de alunos nos seus pátios internos. Apesar do intenso tráfego de veículos na via em frente à escola, a situação é melhor que a observada na primeira escola, já que a distância entre a área construída e a via é superior a 100 m, fato que favorece a atenuação dos níveis de pressão sonora gerados pelos veículos. A influência do tráfego aéreo nesta escola é menor quando comparada com a Escola 1, pois apesar de

<i>Recebido em: 21/03/2005</i>	<i>HOLOS Environment, v.6 n.2, 2006 - P. 143</i>
<i>Liberado para Publicação em: 25/09/2006</i>	<i>ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)</i>

também estar na rota de descida das aeronaves, sua localização é bem mais distante do aeroporto.

No caso da Escola 3, tem-se uma situação diferenciada, localiza-se num Shopping relativamente tranqüilo da cidade de Taguatinga. As salas são dotadas de sistema de refrigeração, o que permite que as janelas permaneçam fechadas, reduzindo consideravelmente a influência do ruído gerado pelo tráfego urbano. É uma escola pequena, com aproximadamente 250 alunos que freqüentam o Ensino Fundamental e Médio.

As Escolas 4 e 5 pertencem à Secretaria de Educação, trabalham exclusivamente com alunos do nível médio, estão localizadas no Núcleo Bandeirante e Brasília – RA I, respectivamente. São escolas de grande porte, em média 1500 alunos, que são menos afetadas pelo ruído urbano gerado pelo tráfego terrestre, uma vez que a distância média entre as salas de aula e as pistas de rolamento supera 50m. Quanto ao tráfego aéreo, a Escola 4 também é prejudicada, pois está próxima a rota de descida das aeronaves que se destinam ao Aeroporto de Brasília.

Quanto às Escolas 6, 7, 8 e 9, são todas da rede pública. As de números 6 e 7 trabalham com o EF (5^a a 8^a séries), enquanto que as Escolas 8 e 9 atendem as séries iniciais (1^a a 4^a séries). Excetuando-se a 6, todas as outras possuem em média 400 alunos. Quanto à localização, as 6 e 9 estão situadas no Núcleo Bandeirante, enquanto que as Escolas 7 e 8 situam-se em Brasília, cidade previamente planejada, o que permitiu a construção de escolas em locais distante de vias com grande fluxo de veículos.

Para completar a pesquisa, avaliou-se a Escola 10, situada em frente a uma avenida movimentada da cidade de Taguatinga. É uma escola de médio porte, que trabalha com todos os segmentos de ensino (da Educação Infantil ao Ensino Médio) e possui aproximadamente 500 alunos. Várias salas de aulas desta escola estão localizadas próximas à faixa de rolamento da via – 20m.

As salas de aulas das escolas avaliadas em geral são de alvenaria, com janelas de vidro, apresentando variações de forma e tamanho. Foi observada uma diferença significativa entre os volumes das salas e dos materiais que compõem o teto e piso, o que também influencia na qualidade acústica dos ambientes, pois estão diretamente relacionados com outro importante parâmetro acústico de ambientes fechados, o tempo de reverberação, que apesar de não fazer parte do objeto de avaliação deste trabalho, é muito importante, pois afeta a inteligibilidade da fala.

Considerando o universo das escolas avaliadas, têm-se aproximadamente 10.000 estudantes envolvidos na pesquisa, sendo estes pertencentes aos níveis de ensino infantil, fundamental e médio.

Os níveis de pressão sonora para ambientes externos e internos respectivamente, indicado nas normas 10.151 e 10.152 (ABNT, 2000; 1987), estão expressos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Nível de critério de avaliação para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de Áreas	Diurno	Noturno
Área estritamente residencial urbana, de hospitais ou escolas	50	45

FONTE: NBR 10.151

Tabela 2. Valores dos níveis para conforto acústico dB(A)

Locais	dB(A)
Bibliotecas, salas de música e desenho	35 – 45
Salas de aula, laboratórios	40 – 50
Circulação	45 – 55

FONTE: NBR 10.152

Com o objetivo de verificar o incômodo causado pelo tráfego urbano nas dependências das escolas mediu-se o nível de pressão sonora nas imediações de duas instituições. Os resultados para o nível de pressão sonora equivalente estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3. Níveis de pressão sonora na parte externa da escola.

Escolas	Leq dB(A)
Escola 1	69,9
Escola 10	76,4

Estas escolas sofrem diariamente com os ruídos devido ao tráfego aéreo e terrestre, tendo suas dependências fortemente afetadas, visto que as distâncias entre algumas salas de aula e a avenida não ultrapassam 8m. Quanto ao tráfego aéreo, a Escola 1 sofre mais seus efeitos, pois se encontra numa das rotas de aviões que leva ao Aeroporto Internacional de Brasília.

De acordo com a NBR 10.151 (ABNT, 2000) o nível de critério de avaliação para área estritamente residencial urbana, hospitais ou de escolas é 50 dB(A) para o período diurno, horário em que foram realizadas as medidas. Comparando o valor especificado pela norma com os resultados obtidos para os limites externos das escolas, verifica-se que estes estão bem acima do nível estabelecido. Apesar do estudo englobar um universo mais amplo, com dez escolas, a análise em apenas duas instituições foi suficiente para evidenciar uma realidade crítica: o ambiente escolar está sofrendo os efeitos nocivos da poluição sonora. Este fato deve-se principalmente

ao fluxo de veículos em frente às escolas. São carros particulares, vans, caminhões, ônibus, motocicletas, carros de propaganda entre outros.

Os valores referentes ao Leq , ruído de fundo, para as escolas no recesso escolar e em atividade normal estão expressos na Figura 1. O traço inferior (40 dB) representa o nível intensidade sonora para conforto acústico, enquanto que o valor superior (50 dB) significa o nível aceitável para a finalidade, conforme especificado pela NBR 10.152 (ABNT, 1987).

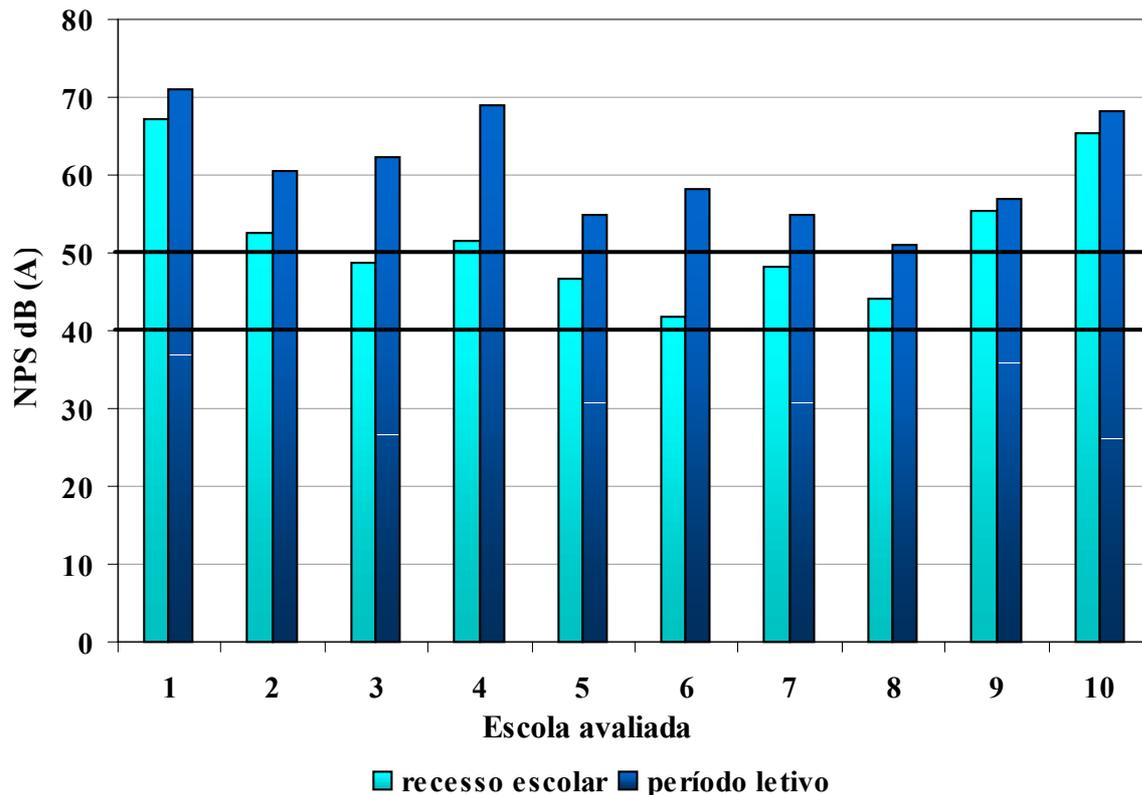


Figura 2 - Ruído de fundo no recesso escolar e no período letivo

Os valores observados para o Leq (A) no período de recesso escolar variaram de 42 a 67 dB(A), sendo 52 dB(A) o valor médio com um desvio padrão de 8,4 dB(A). Para as medidas realizadas em salas desocupadas, porém no período letivo, os valores variaram entre 50 e 71 dB(A), com valor médio de 60 dB(A) e desvio padrão de 7,1 dB(A).

Os dados encontrados revelam que as escolas 1, 2, 4, 9 e 10 são as mais “afetadas” pelos ruídos advindos do tráfego urbano. O ruído do trânsito, não só terrestre como aéreo, repercute no interior das salas de aula, degradando significativamente o ambiente.

Comparando os resultados obtidos para o ruído de fundo no recesso escolar, verifica-se que das dez escolas pesquisadas, metade apresenta valores acima daqueles recomendados pelas normas, ou seja, superiores a 50 dB(A). Os resultados

Recebido em: 21/03/2005	HOLOS Environment, v.6 n.2, 2006 - P. 146
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

comprovam que estas escolas estão sendo “contaminadas” pelo ruído proveniente do tráfego urbano.

Se for considerado o valor do ruído de fundo no período letivo, a situação é ainda mais grave, pois neste caso nenhuma das escolas atenderia aos limites estabelecidos pela norma.

As escolas que apresentaram os maiores níveis de pressão sonora foram a 1 e 10, isto porque estão localizadas em regiões onde o tráfego urbano é intenso e não apresentam tratamento acústico específico que atenua os ruídos externos. No caso da Escola 1, em uma hora de medida, foi observado a passagem de 18 aviões, provocando picos nos níveis de pressão sonora superiores a 90 dB(A). Além do tráfego aéreo, a escola sofre também com o ruído do tráfego terrestre como já mencionado anteriormente.

Dentre os veículos que mais contribuem para o aumento dos NPS nas dependências da escola, pode-se citar os veículos pesados, carros de propaganda e aviões. Não se pode descartar nem mesmos os veículos intermediários e leves. Um caminhão, por exemplo, pode produzir níveis de pressão sonora superiores a 85 dB, enquanto que um carro de propaganda supera os 100 dB. Devido a localização da escola, não se pode descartar nem mesmo o ruído produzido pelos veículos intermediários e leves.

Já a Escola 10 está situada próxima a uma avenida muito movimentada da cidade de Taguatinga, com grande fluxo de veículos, que dá acesso às zonas norte e sul da cidade, além de servir de passagem para outras regiões administrativas do DF. O nível de pressão sonora equivalente de 65,5 dB(A) foi medido numa sala de aula que se encontra a pouco mais de 20m da avenida. São motos, carros de passeio, ônibus, carros de propaganda, caminhões e vans transitando diariamente no sentido norte-sul e sul-norte. Durante a passagem dos ônibus foi registrado níveis superiores a 70 dB(A), enquanto que as vans, em número excessivo, foram registrados níveis acima de 65 dB(A).

No caso das Escolas 5, 7 e 8 verificam-se níveis de pressão sonora mais amenos. Estas instituições se localizam em Brasília, região do DF onde se observa uma maior distância entre as avenidas e os limites da escola, além de menor fluxo de veículos, o que reduz consideravelmente os incômodos causados por esta modalidade de poluição.

Na Figura 01 pode-se observar também a diferença entre os níveis de pressão sonora medidos no recesso escolar e no período letivo. Era de se esperar, que durante o período letivo, o NPS fosse maior, porém as escolas 3, 4 e 6 apresentaram diferenças significativas, 21%, 25% e 28%, respectivamente. Vale ressaltar que são ruídos gerados pelas atividades da própria escola. No caso da Escola 3 deve-se principalmente ao trânsito de alunos e conversas paralelas nos corredores. Em relação à Escola 4, o sistema adotado é de salas ambientes, isto é, existem salas específicas para cada disciplina, o que obriga os alunos a se movimentarem, trocarem de sala a cada 50 minutos. Como não há um acompanhamento eficiente desta movimentação,

Recebido em: 21/03/2005	<i>HOLOS Environment</i> , v.6 n.2, 2006 - P. 147
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

foi observada uma demora excessiva na troca de salas e também a presença quase constante de alunos nos corredores, o que contribui para o aumento dos ruídos internos gerados na escola. Na escola 6 a diferença pode ser atribuída principalmente às atividades de recreação e educação física que são realizadas em locais próximos às salas de aulas em atividades.

A diferença observada entre a média do ruído de fundo no recesso escolar – 52 dB(A) e a média com a escola em atividades normais – 60 dB(A) é significativa. Este resultado deve-se, principalmente, às atividades desenvolvidas em cada escola.

4.CONCLUSÕES

A pesquisa desenvolvida buscou revelar as condições adversas em que se encontram várias escolas da rede pública e privada do Distrito Federal. Os resultados encontrados mostram realidades diferenciadas e preocupantes. São escolas que sofrem diariamente com o ruído urbano, provindo principalmente do tráfego aéreo e terrestre. Estas fontes provocam o aumento dos ruídos internos produzidos pelos próprios alunos, potencializando as dificuldades de comunicação e aprendizagem, o que afeta fortemente a qualidade ambiental desses estabelecimentos (ENIZ e GARAVELLI, 2003).

Outros estudos têm demonstrado índices acima dos recomendados, mas não tão elevados como os observados neste trabalho. Em Omaha, Nebraska, Bowdwn, Wang e Bradley (2002) encontraram níveis variando entre 38 e 55 dB(A), com média de 48 dB(A) e desvio padrão de 7,0 dB(A). Já em Ottawa, Canadá, Sato e Bradley (2004) encontraram valores na faixa de 42 dB(A).

A análise dos valores de ruído de fundo obtidos durante o recesso escolar e no período de atividades normais mostrou que os níveis de pressão sonora estão muito além daqueles recomendados pelas normas. São normas regidas por instituições governamentais, como a Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEDF), que não são observadas.

O estudo revela que metade das dez escolas avaliadas não atende as especificações das normas regulamentadoras. A Escola 1 é a que tem suas dependências mais fortemente afetadas pelo ruído urbano. Durante o recesso escolar, o ruído de fundo atingiu 67,3 dB(A), valor muito acima do estabelecido como confortável. Este tipo de ambiente interfere no processo ensino-aprendizagem e ainda degrada a qualidade de vida daqueles que ali trabalham. São alunos e professores convivendo com níveis de pressão sonora acima daqueles permitidos pela legislação. As Administrações Regionais, juntamente com a secretaria competente, não controlam devidamente a questão da poluição sonora no interior das edificações escolares, revelando assim uma situação demasiadamente crítica.

Em países como Suíça e EUA, as normas relativas ao controle da poluição sonora no ambiente escolar são mais rigorosas, uma vez que o limite indicado para o

<i>Recebido em: 21/03/2005</i>	<i>HOLOS Environment, v.6 n.2, 2006 - P. 148</i>
<i>Liberado para Publicação em: 25/09/2006</i>	<i>ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)</i>

ruído de fundo de uma sala de aula desocupada, não deve exceder 35 dB(A) (KNECHT et al., 2002).

É necessário, então, maior atenção ao planejamento urbano, pois instituições escolares devem estar isentas deste tipo de contaminação ambiental. Embora os mais jovens sejam os mais afetados, os prejuízos desencadeados por excesso de ruído afetam estudantes de qualquer faixa etária.

No caso de escolas já estabelecidas, este estudo mostra a necessidade urgente da implementação de medidas que visem mitigar este grave problema de poluição. Um fator importante, observado principalmente, nas escolas 3, 4 e 6, foi o elevado nível de ruído provocado pelas atividades desenvolvidas na própria escola. Esta é uma situação, que ao menos em tese, é mais fácil de gerenciar.

A solução para minimizar o impacto da poluição sonora no ambiente escolar varia de escola para escola, mas em cada um dos estabelecimentos, pode-se adotar medidas de caráter geral. Assim, recomenda-se:

Trabalhos de educação ambiental, envolvendo a comunidade acadêmica, sobre o tema poluição sonora e os danos à saúde humana.

Rever práticas usualmente observadas em escolas, que contribuem para o agravamento do problema: intervalos diferenciados para turmas com faixa etária distintas, atividades recreativas ou de educação física em espaços próximos às salas de aulas. Além disso, manutenções simples, como a colocação de protetores de borracha nos pés das cadeiras e mesas, utilizadas nas salas de aulas, também contribuem para a redução dos níveis de ruído.

Um estudo detalhado de cada ambiente, com o objetivo de aprimorar as condições arquitetônicas, visando à melhoria da qualidade acústica destes ambientes, principalmente para as escolas com problemas de contaminação externa mais grave. Faz-se necessário, que planejadores, arquitetos, urbanistas e o poder público de maneira geral, levem em conta a interferência do ruído ambiental no processo ensino-aprendizagem, e conseqüentemente, passem a conceber Planos de Ordenamento Territorial e edificações com melhores condições de conforto acústico.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos alunos do Curso de Física da Universidade Católica de Brasília, Cléber Alves da Costa, Paulo R. P. Alves, Umberto Travaglia Filho e Leonardo de Moura C. Neto, pela colaboração na coleta de dados, a UCB pelo suporte financeiro, a Capes pela bolsa de mestrado ao primeiro autor e ao CNPq pelo apoio financeiro através do processo 479684/2003-0.

Recebido em: 21/03/2005	<i>HOLOS Environment</i> , v.6 n.2, 2006 - P. 149
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

6. REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151: Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

———. NBR 10.152: níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

BOWDEN, E. E.; WANG, L. M.; BRADLEY, D. Classroom acoustics in Omaha Nebraska: Measurements and outreach. PAN-AMERICAN MEETING ON ACOUSTICS, 1, 2002, Cancun, México, 2002. Proceedings. vol. 112, n. 5, p. 2430-2430, 2002.

BRASIL. Governo Distrito Federal. Decreto n. 20.769, de 03 de novembro de 1999: Dispõe sobre normas relativas a obras de construção e de modificação em estabelecimentos de ensino destinados à Educação Infantil, ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio do Sistema de Ensino do Distrito Federal e dá outras providências. Diário Oficial do DF, Brasília, v. 213, p. 13.1999.

ENIZ, A.; GARAVELLI, S. L. Acústica de salas de aula: estudo de caso em duas escolas da rede privada do DF. *Acústica e Vibrações*, Florianópolis, v. 31, p.2-7, 2003.

KNECHT, H. A.; NELSON P. B., WHITELAW G. M.; FETH L. L. Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: predictions and measurements. *American Journal of Audiology*, v. 11: p 65-71, 2002.

PINTO, A. M. M; FURCK, M. A. E. Projeto saúde vocal do professor. In: FERREIRA, L. P. (Org). *Trabalhando a voz*. São Paulo: Summus, 1988. p. 11-27.

QUICK, T. C.; LAPERTOSA, J. B. Contribuição ao estudo das alterações auditivas e de ordem neuro-vegetativas atribuídas ao ruído. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, Belo Horizonte, v. 9, n. 36, p.50-56, 1981.

SATO, H.; BRADLEY, J. S. Evaluation of acoustical conditions for speech communication in active elementary school classrooms. Disponível em <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/fulltext/nrcc46870/nrcc46870.pdf> Acesso em: em 25 mar. 2005.

Recebido em: 21/03/2005	<i>HOLOS Environment</i> , v.6 n.2, 2006 - P. 150
Liberado para Publicação em: 25/09/2006	ISSN:1519-8421 (CD-ROM) / ISSN:1519-8634 (ON-LINE)

SCHICK, A.; KLATTE, M.; MEIS, M. Noise stress in classrooms. Disponível em: <<http://www.psychologie.uni-oldenburg.de/mub/schick.pdf> >. Acesso em: 10 jul. 2002.

PIMENTEL-SOUZA, F. Efeitos do ruído no homem dormindo e acordado. *Acústica e Vibrações*, Florianópolis v.1, n. 25, p.12-15, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for community noise. London,UK, 1999. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> Acesso em: 05 jul. 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Noise, environmental health criteria. Geneva, Swz, 1980. Disponível em <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc012.htm> Acesso em: 05 Abril 2002.

