

DESEMPENHO ACÚSTICO DE EDIFICAÇÕES DE ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE BAURU (SP)

**Antonio Edevaldo Pampana (1); João Roberto Gomes de Faria (2)
Léa Cristina Lucas de Souza (3)**

(1) Aluno do curso de Arquitetura e Urbanismo – FAAC/UNESP
E-mail: semioticmatrix@hotmail.com

(2) Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/DAUP/FAAC/UNESP
Tel: +55 14 221-2059 E-mail: joaofari@faac.unesp.br

(2) Núcleo de Conforto Ambiental – NUCAM/DAUP/FAAC/UNESP
Tel: +55 14 221-2059 E-mail: leacrist@faac.unesp.br

RESUMO

Realizou-se um estudo sobre as condições acústicas de cinco escolas da rede municipal de Bauru (SP) de ensino fundamental. Os prédios estudados seguem tipologias diversas, adotadas em diferentes modelos da administração municipal e em geral sofreram alterações em relação ao projeto inicial para aumentar a capacidade e atender a demanda. Observou-se que existem problemas de interferência na fala, durante as aulas, advindos de ruídos produzidos no interior da própria escola, seja por realização de simultânea de atividades acusticamente incompatíveis, seja por layout inadequado.

ABSTRACT

Five elementary school buildings integrating the municipality net of Bauru (SP) had their acoustical performance evaluated in this study. These buildings vary their typology according to the administration model they belong to. In general, their original design was modified to fulfill the growing student demand. Speech interference during class hours was detected, due to internal noise production. Simultaneous activities that are acoustically incompatible, as well as unsuitable layouts of buildings are the main reason of this internal noise production.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas tipologias arquitetônicas, as construções destinadas a edifícios escolares demonstram ser uma das que mais evidenciam a necessidade de uma abordagem de conforto na edificação sob a perspectiva das diversas variáveis ambientais simultaneamente. A qualidade das atividades desenvolvidas em edificações escolares influi, como mencionado por PATTINI & KIRSCHBAUM (2000) ao estudarem aspectos lumínicos, não só no rendimento intelectual, na aprendizagem, nas atitudes e juízos de valores, mas também provoca impactos psicológicos.

Muitos estudiosos hoje enfocam os problemas ambientais ocorridos em escolas e creches em projetos públicos de interesse social, como pode ser verificado em BERTOLI, KOWALTOWSKI E BARROS (1999) e BERTOLI (2001). Geralmente estes estudos abordam uma das variáveis ambientais específicas, como a qualidade térmica, ou a acústica, ou a lumínica, ou a ergonômica, ou a ambiental. É fato de conhecimento geral, no entanto, que muitos requisitos de projeto para favorecimento de uma destas variáveis específicas pode representar uma queda no desempenho do edifício para outras

variáveis ambientais. Nesses casos, o arquiteto se vê muitas vezes obrigado a optar pelo favorecimento de uma em detrimento da outra, conforme o parâmetro que se torna mais importante para o projeto em questão.

No caso de edifícios escolares, como citam TAVARES & CLÍMACO (2000), alguns parâmetros de conforto acústico, por exemplo, se referem a baixos níveis de ruído para o favorecimento da concentração para o trabalho intelectual e boa qualidade sonora. Por outro lado, em muitas regiões brasileiras, a necessidade de ventilação cruzada nas salas de aula é termicamente um requisito imprescindível. A incompatibilidade destes dois requisitos é notória, pois se para o requisito acústico é necessário manter o elemento de aberturas e janelas fechadas, para o requisito térmico o oposto é verdadeiro.

Assim sendo, torna-se imprescindível um estudo que considere diversas variáveis simultaneamente, procurando integrar os diversos parâmetros ambientais, de forma que o projetista possa contar com dados que garantam a qualidade ambiental em escolas, evitando assim a situação atual de comprometimento em que se encontram muitos prédios escolares.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

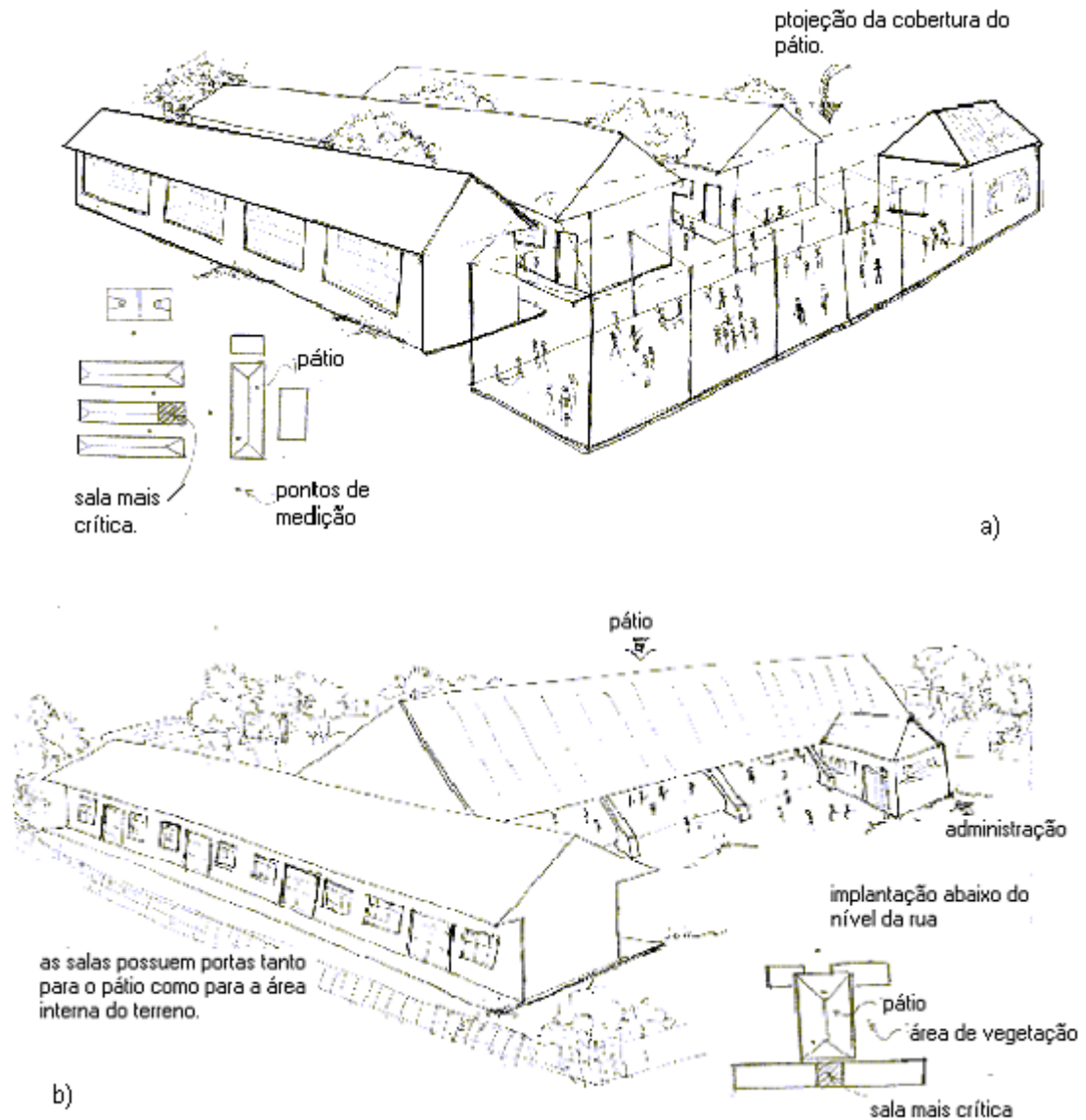
Na cidade de Bauru há em atividade seis escolas municipais de ensino fundamental em funcionamento e mais quatro novas escolas de projeto padrão ainda em implantação. Para a realização deste trabalho foram selecionadas cinco escolas em funcionamento: E.M.E.F. “Cônego Aníbal Difrança”, E.M.E.F. “Lourdes Colnaghi” e E.M.E.F. “Santa Maria” e Núcleo de Ensino Renovado, localizadas em zonas residenciais, e E.M.E.F. “Ivan Engler”, localizada em zona comercial (ver Fig. 1). Elas não apresentam planta padrão, embora haja pelo menos uma característica comum de projeto: um pátio central coberto, cercado por salas de aula, que é uma situação problemática de implantação, na medida que pode ocorrer a amplificação por reflexões múltiplas e o aumento do tempo de reverberação, proporcionando maior desconforto acústico. As escolas estão implantadas em bairros residenciais populares ZR1, ZR3 e ZR4. Foi elaborado um cadastro contendo dados de cada escola, como materiais, projeto técnico e detalhes construtivos, número de alunos, tipo de atividades extra-classe etc. Posteriormente, foram feitos levantamentos fotográficos, entrevistas com os usuários e visitas às instituições em vários horários, a fim de identificar locais, situações e horários potencialmente de maior frequência de problemas acústicos. Após a conclusão da fase do levantamento de dados, numa data anterior às medições, foram realizadas exposições nas escolas sobre os conceitos básicos de acústica e funcionamento da instrumentação, para que os alunos se familiarizassem com o trabalho.

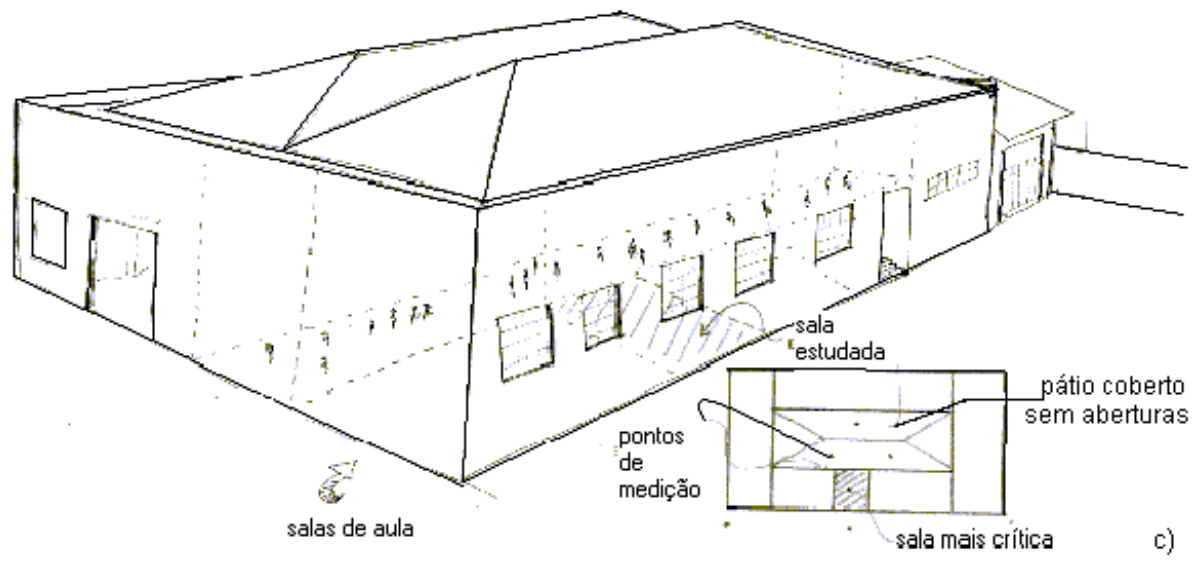
Identificadas as situações potencialmente críticas, deu-se início às medições, empregando um medidor de nível de pressão sonora digital da marca Radio Shack, modelo 33-2055, faixa de medição de 50 a 126 dB divididas em 07 escalas (60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 dB ± 10 dB), com precisão de aproximadamente 2 dB a 114 dB SPL. Para essas medições empregou-se a ponderação “A” e a resposta “FAST” e um período de leituras de 5 min. O medidor de nível de pressão sonora foi posicionado nos pontos de medição a 1,5 m de altura, sustentado por um tripé, posicionado no centro do ambiente em estudo.

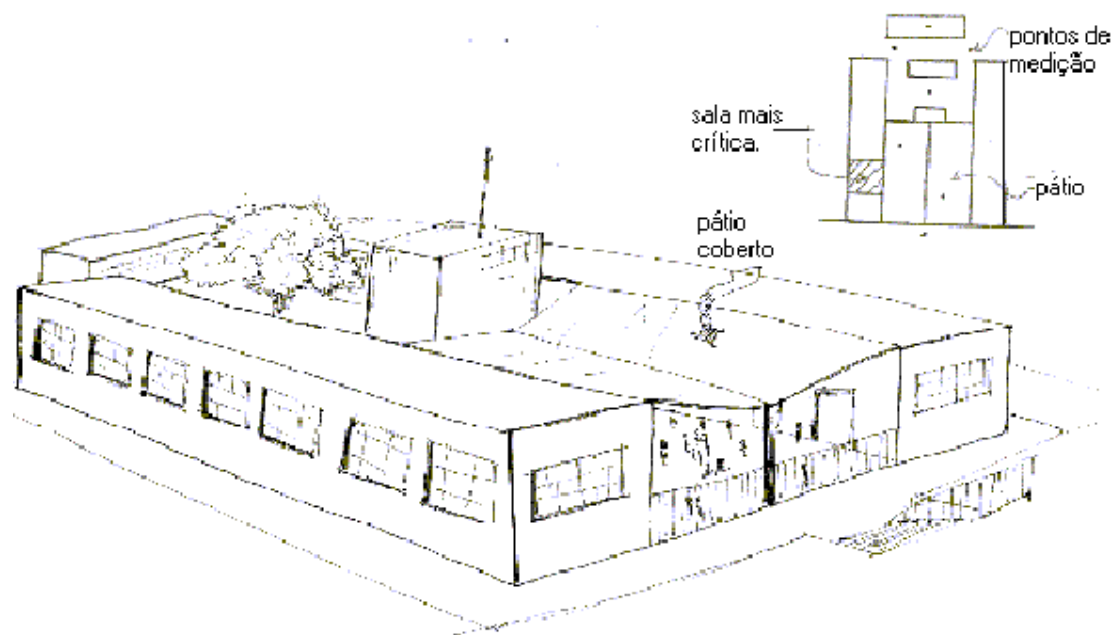
Em cada escola, todas as medições foram feitas num único dia, em pontos espalhados por todos ambientes da escola, como pátio coberto, salas de aula, quadra esportiva e na rua mais próxima. No pátio as medições foram feitas em dois períodos: durante o intervalo, para verificar o ruído produzido pelas crianças em atividades recreativas, e vazio, para verificar a interferência da produção de ruído das salas de aula sobre este ambiente.

Foram selecionadas como objetos as salas que apresentavam maior proximidade com pátios cobertos. No interior das salas de aula, as medições ocorreram em três períodos: com a sala vazia, durante intervalo, para verificação da interferência do ruído externo sobre o ambiente (microfone direcionado para paredes ou aberturas voltadas para a fonte de ruído); com sala de aula em atividade, com intervalo ocorrendo simultaneamente, para verificação do ruído produzido no interior da sala em

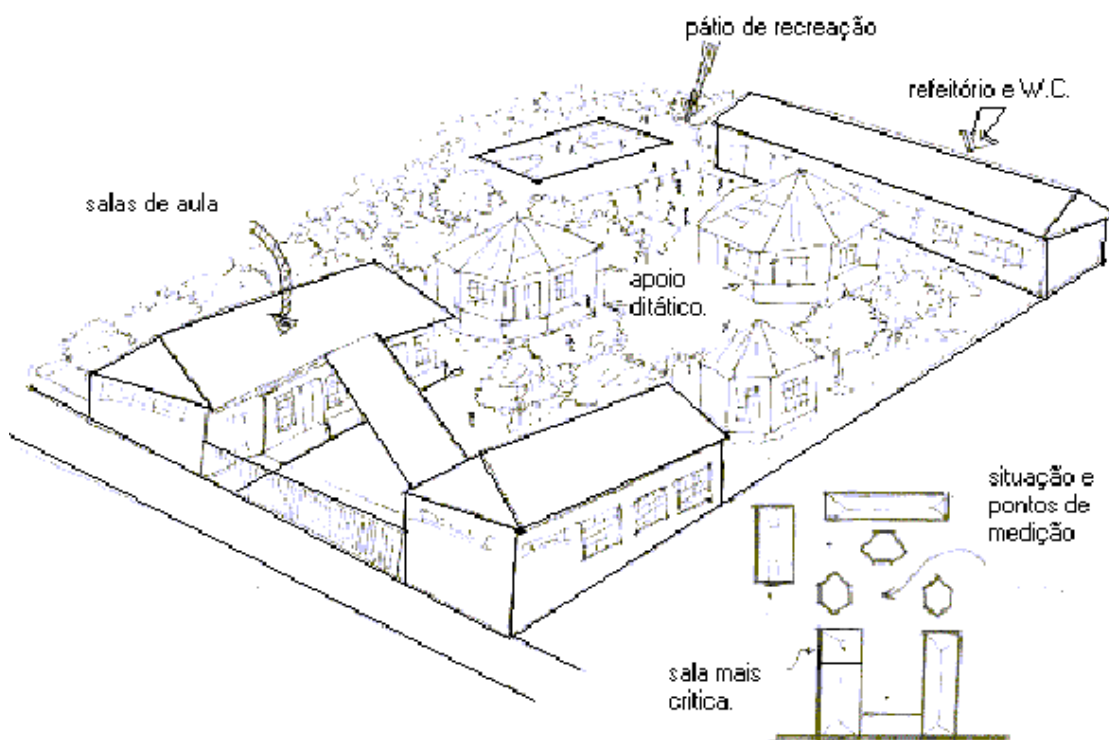
conjunto com o ruído externo (microfone direcionado para a região frontal da sala, local de maior permanência do professor); sala de aula em atividade, sem intervalo simultâneo, para verificação da produção interna do ruído proveniente das atividades das crianças. A permanência do medidor de nível de pressão sonora na sala foi bastante prolongada, para que as crianças se acostumassem e passassem a ignorar a presença do aparelho. O medidor de nível de pressão sonora permaneceu na mesma posição da situação anterior.







d)



e)

Figura 1. Escolas estudadas: a) E.M.E.F. “Cônego Aníbal Difrança”; b) E.M.E.F. “Lourdes Colnaghi”; c) E.M.E.F. “Ivan Engler”; d) E.M.E.F. “Santa Maria”; e) Núcleo de Ensino Renovado.

Nas escolas que possuíam quadra de esportes, as medições ocorreram em durante atividades de educação física, com o medidor de nível de pressão sonora situado junto à sala de aula mais próxima da quadra, com o microfone direcionado para a quadra.

Para verificação do ruído de fundo, o local de medição foi a rua mais próxima, frontal às escolas. O medidor de nível de pressão sonora foi situado na calçada, a 2 metros da entrada da escola, com o microfone direcionado para a rua.

3. RESULTADOS

Em relação ao ruído de fundo (Figura 2), os níveis levantados estão abaixo dos níveis máximos determinados pela legislação municipal (59 a 63 dB para zonas residenciais e 67 dB para zonas comerciais). Esses níveis não comprometem o desempenho acústico das escolas, exceto na E.M.E.F. "Ivan Engler", que sofre grande interferência, por estar próxima a uma avenida movimentada.

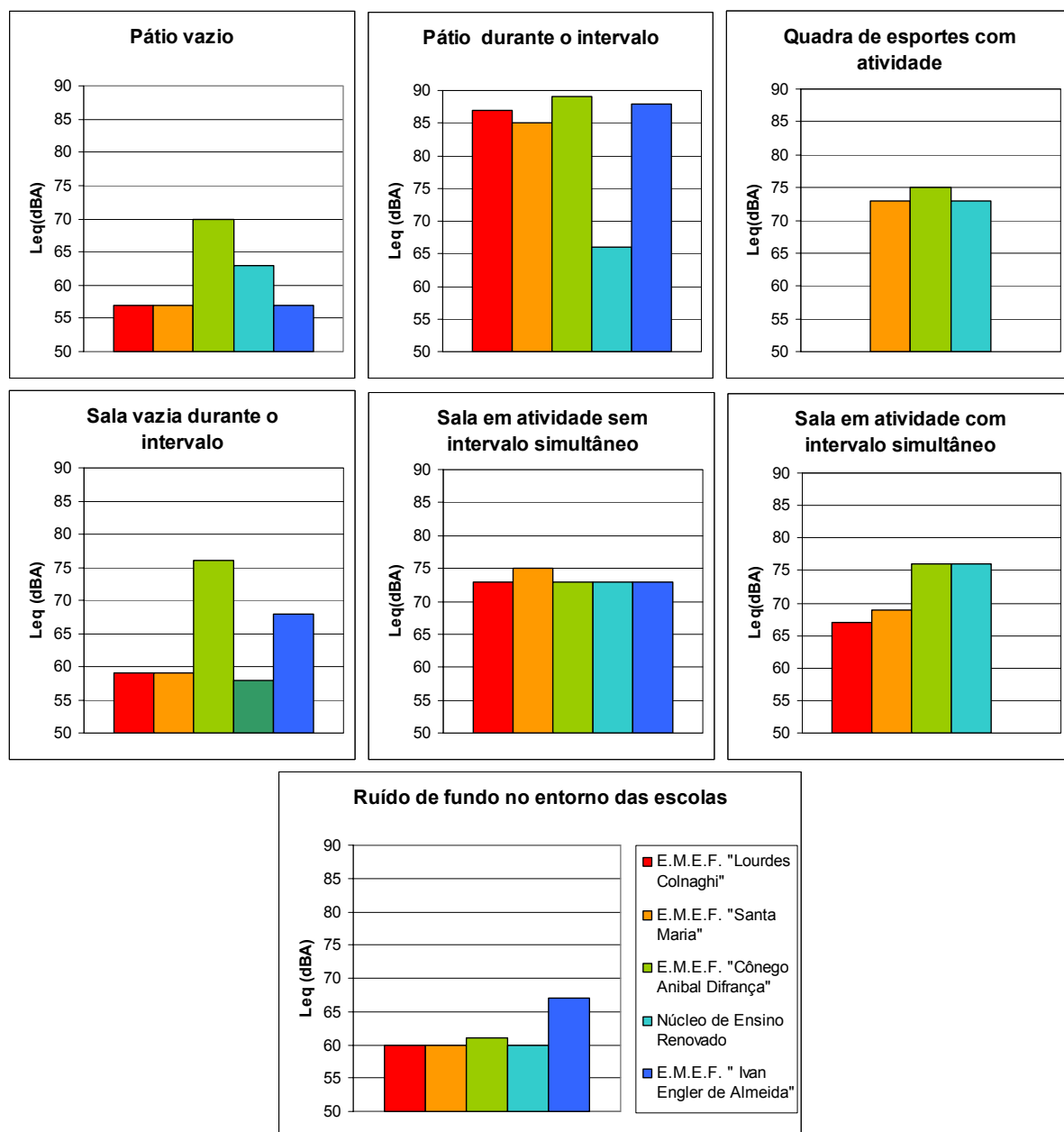


Figura 2. Gráficos dos níveis sonoros medidos nos diversos ambientes das escolas estudadas.

Tendo como fator preponderante a produção interna de ruído, os pátios cobertos são os locais que apresentam maior gravidade. Quando vazios, utilizados como área de circulação, todos apresentaram níveis acima das recomendações da NBR 10152, que são de 45 a 55 dB, sofrendo grande interferência das atividades internas das salas de aula, devido à grande proximidade entre eles. Durante o intervalo, os índices encontrados foram muito elevados, próximos aos 90 dB, causando grande desconforto para todos os usuários presentes. Essas características são decorrentes do emprego de materiais de piso e cobertura altamente reflexivos (piso de cimento e cobertura metálica), que contribuem para a amplificação do som por inter-reflexões sucessivas. No Núcleo Renovado os níveis obtidos são

consideravelmente menores, uma vez que a escola conta com pátio descoberto e a área do piso não totalmente impermeabilizada, havendo uso de vegetação como forração, o que contribui para uma maior absorção sonora.

Em todas as escolas, embora as paredes das salas de aula proporcionam um isolamento médio de 20 dB em relação à produção externa de ruído gerado no horário de intervalo, os resultados obtidos são acima dos 40 a 50 dB determinados pela NBR 10152, sendo esta interferência mais grave nas salas que possuem grandes aberturas direcionadas para o pátio ou próximas a ele, como no caso da E.M.E.F. "Cônego Aníbal Difrança". No Núcleo de Ensino Renovado, além das grandes aberturas, a interferência também se dá entre as próprias salas. Por ser uma escola com sistema de ensino diferenciado, há uma abertura de acesso de uma sala para outra, obstruída por um painel móvel de madeira compensada utilizado como quadro negro.

Não foram estimados níveis de interferência durante as atividades em classe, considerando a atuação das crianças e a voz do professor. No entanto, as medições revelaram um dado bastante interessante: o nível de ruído interno das classes foi o mesmo para todas as escolas, 73 dB, sendo importante ressaltar que as crianças não possuem um comportamento constante, havendo interferências freqüentes de gritos, objetos caindo, cadeiras sendo arrastadas etc., tornando impossível a obtenção de valores precisos à real produção de ruído da classe.

Tendo como produção de ruído a atividade das crianças e a voz da professora, e como nível médio 73 dB, significa que além da professora estar ministrando a aula com um volume de voz um pouco forçado, por volta dos 70 dB, as crianças estariam produzindo níveis de ruído de 69 a 70 dB, o suficiente mascarar a voz da professora. A professora precisaria estar falando com um nível sonoro próximo aos 80 dB para mascarar o ruído produzido pelas crianças (inviável sem amplificação eletrônica), tornando-se uma prática extremamente prejudicial e desconfortável, conforme depoimentos das professoras entrevistadas.

Em relação à quadra de esportes, todas são descobertas e embora produzam níveis consideráveis durante as atividades de educação física, as salas de aula não sofrem grande interferência, por ficarem relativamente distantes dela. Problemas de interferência devido à grande proximidade da quadra com as salas foram apresentados na E.M.E.F. "Cônego Aníbal Difrança" e na E.M.E.F. "Santa Maria", mas são atenuados graças à diferença de nível aqueles estes dois ambientes.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos foi possível confirmar a hipótese inicial do trabalho, de que os edifícios escolares não possuem uma boa adequação acústica para que o processo de ensino aprendizagem ocorra de modo eficiente.

As causas desse fenômeno estão associadas à configuração dos pátios, cobertos e ladeados pelas salas de aula, emprego de materiais construtivos e mobiliário predominantemente reflexivos, resultando em elevação do nível do ruído produzido por inter-reflexão no interior, às aberturas orientadas para ou próximas às fontes de ruído e impermeabilização quase total do piso com materiais altamente reflexivos. Além de problemas construtivos, a organização do funcionamento da instituição, com intervalos alternados e aula ocorrendo simultaneamente contribui para um maior agravamento desta situação.

Embora todo bom trabalho de adequação acústica seja bastante oneroso, algumas considerações tomadas durante a concepção projetual dos edifícios escolares já seriam suficientes para assegurar o bom desempenho acústico sem causar grande elevação no custo da obra, que por ser tratar de obra pública, com sistema construtivo seriado e orçamento bastante restrito, qualquer proposta não econômica seria inviabilizada.

Partindo-se de um local com baixo ruído de fundo, como foi o caso da maioria das escolas estudadas, e de um planejamento de atividades adequado, as soluções ficam no âmbito do projeto arquitetônico.

Nesse caso, a literatura fornece indicações suficientes para serem tomadas como referência, o que infelizmente não deve ter ocorrido nas escolas objetos deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTOLI, S. M. Avaliação do conforto acústico de prédio escolar da rede pública: o caso de Campinas. VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro, SP, 11 a 14 de novembro de 2001. **Anais...**, Campinas: ANTAC, 2001. CD-ROM.
- BERTOLI, S. M.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BARROS, L. A. F. Avaliação de desempenho acústico em creches de conjunto habitacional de interesse social: o caso de projetos padrão. V Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza, CE, novembro de 1999. **Anais...**, Fortaleza: ANTAC, 2000. CD-ROM.
- PATTINI, A. & KIRSCHBAUM, C. Evaluación subjetiva de aulas iluminadas con luz natural. V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza, novembro de 1999. **Primeira Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais sobre Conforto no Ambiente Construído**, Florianópolis: ANTAC, 2000. CD-ROM.
- TAVARES, D. T. & CLÍMACO, R. S. C. Análise do conforto sonoro em escolas do Distrito Federal. V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza, novembro de 1999. **Primeira Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais sobre Conforto no Ambiente Construído**, Florianópolis: ANTAC, 2000. CD-ROM.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo financiamento do trabalho através de uma bolsa do programa PIBIC. À Secretaria Municipal de Educação e às diretoras das escolas, pelo apoio durante a fase de levantamento de dados.