

## INTELIGIBILIDADE DE SALAS DE AULA PARA ENSINO DE LÍNGUAS

**Nádia Freire Oliveira (1); Stelamaris Rolla Bertoli (2)**

(1) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 0xx353522-6105,

e-mail: [nadiafreire@passosnet.com.br](mailto:nadiafreire@passosnet.com.br)

(2) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 0xx193521-2382,

e-mail: [rolla@fec.unicamp.br](mailto:rolla@fec.unicamp.br)

### RESUMO

As atividades desenvolvidas num ambiente definem quais as condições acústicas requeridas para que este apresente um bom desempenho acústico. No caso das salas de aula, para garantir a nitidez dos sons pronunciados, com suficiente intensidade e sem distorções é necessário que tenha um bom desempenho acústico. Esta preocupação torna-se maior quando se refere aos espaços destinados ao ensino de língua estrangeira. O objetivo desta pesquisa é avaliar o desempenho acústico de salas de aula usadas em escolas de idiomas visando a qualidade da inteligibilidade. Para isso foram selecionadas salas de aulas de dimensões reduzidas, onde foram feitas as medidas acústicas através da técnica impulsiva. Os parâmetros medidos foram: nível de pressão sonora por frequência e equivalente para medir o ruído de fundo; tempo de reverberação, para avaliar o efeito das reflexões sonoras nas salas e índice de transmissão da fala, que avalia a qualidade da inteligibilidade. Com a realização das medidas acústicas, foi feita uma análise e discussão dos resultados encontrados para verificar se atende às normas para conforto acústico brasileiras e índices recomendados por pesquisas nacionais e internacionais. Nas salas de aulas avaliadas nesta pesquisa não foi encontrada aquela que atendesse a todas as recomendações aceitáveis para conforto acústico.

### ABSTRACT

The ideal acoustic conditions for an environment depend on the activity developed in it. In case of classrooms, to assure the sharpness of pronounced sounds, with sufficient intensity and without distortions it is necessary that the environment have a good acoustic execution. This preoccupation becomes bigger when it comes to rooms destined to the teaching of a foreign language. The objective this research is evaluating the acoustic performance of classrooms used in language schools aiming the quality of intelligibility. For that, reduced dimensions classroom was selected, where some acoustic measurements were done through the impulsive technique. The parameters measured were: sound spectrum and global level pressure sound to measure the background noise; reverberation time, to evaluate the effect of the sound reflection of the classrooms; speech transmission index, that evaluate the quality of intelligibility. With the achievement of acoustic measurement an analysis was done and also an argumentation of the found outcome to verify whether they meet the requirements to Brazilian acoustic comfort and indices recommended by national and international research. In all the classrooms evaluated it was not found that classroom that met all the acceptable recommendations for an acoustic comfort.

## **1. INTRODUÇÃO**

As condições acústicas ideais para um determinado ambiente dependem das características deste ambiente e das atividades nele desenvolvidas, sendo que no caso das salas de aula, a clareza e inteligibilidade da fala devem ser otimizadas. Ecos e reverberação excessiva, que impeçam a clareza da audição, são aspectos que devem ser analisados cuidadosamente uma vez que a eficiência ou ineficiência acústica destes ambientes interfere diretamente na compreensão, no ensino e na aprendizagem, além de gerarem um grande desgaste físico e psicológico nos alunos e educadores (PAIXÃO e SANTOS, 1995).

Schneider (2002) afirma em sua pesquisa sobre problemas que afetam a sala de aula, que uma boa acústica é fundamental para o bom desempenho acadêmico. Segundo Kowaltowski et al. (2001) as falhas decorrentes de problemas acústicos em relação à forma do edifício se relacionam ao posicionamento de ambientes geradores de ruídos nas tipologias estudadas. Muitas escolas estão situadas em vias de tráfego de veículos intensos. Em salas de aulas, existem dois fatores ambientais os quais são importantes para a inteligibilidade da fala: a reverberação na sala e a interferência do ruído externo. (GUTIÉRREZ e LACORZANA, 2002).

O objetivo desse trabalho é analisar o desempenho acústico de salas de aula de dimensões reduzidas através da técnica impulsiva. No Brasil, escolas de ensino de outros idiomas, em geral, utilizam salas com essa característica.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

As escolas escolhidas para esta pesquisa estão localizadas em Barão Geraldo, no município de Campinas-SP, onde há uma concentração de escolas de idioma. O critério de escolha utilizado foi: a localização da escola, situadas em vias de tráfego intenso; e as dimensões das suas salas de aula, apresentar volume entre 20 e 50 m<sup>3</sup>. As escolas estão localizadas em vias importantes de ligação interna no bairro e de acesso à Universidade Estadual de Campinas. Foram selecionadas oito escolas, que serão denominadas de Escola E01 a E08 e uma sala de aula em cada escola foi escolhida para realizar as medidas dos parâmetros acústicos, que são: nível de pressão sonora por frequência (NPS) e nível de pressão sonora equivalente (Leq) para medir o ruído de fundo; tempo de reverberação (TR), para avaliar o efeito das reflexões sonoras nas salas e índice de transmissão da fala (STI), que avalia a qualidade da inteligibilidade.

### **2.1 Procedimento de Medida**

Para realizar as medidas acústicas foram utilizados os equipamentos: o analisador de frequências modelo BK 2238 (Mediator 2238) e o programa de avaliação acústica de salas Dirac 3.0, ambos de Bruel & Kjaer. As medidas obedeceram às recomendações da norma NBR-10151 (ABNT, 2000), foram realizadas em três pontos diferentes em cada sala de aula, onde a fonte sonora foi colocada no local que representa a posição do professor e o receptor do sinal sonoro no local que representa as posições dos alunos. Os resultados apresentados serão as médias dos pontos medidos.

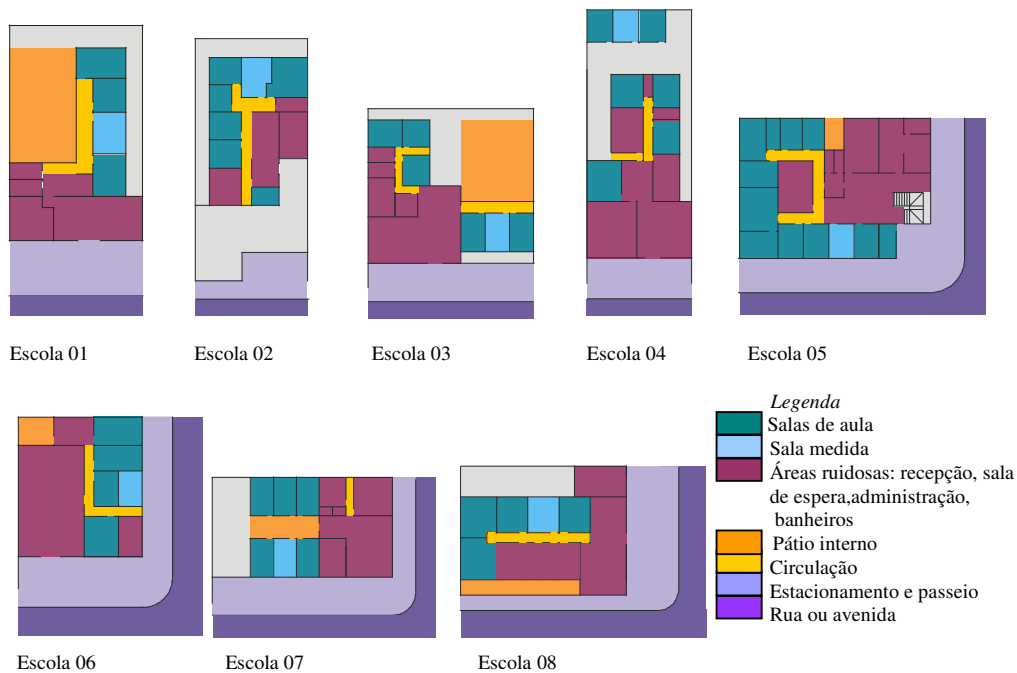
O Mediator 2238, da B&K, foi utilizado para as medida do nível pressão sonora em função da frequência (NPS) e nível de pressão sonora equivalente (Leq). O NPS foi medido em dB, em bandas de frequência de 1/1 oitava e o Leq foi medido em dB(A). Foram medidas duas situações de uso: ar condicionado ou ventilador ligado e desligado.

O tempo de reverberação (TR) e o índice de transmissão da fala (STI) foram calculados através da resposta impulsiva da sala usando o programa Dirac 3.0, da B&K. A medida do TR foi feita em função da frequência, na banda de 1/1 oitava no intervalo entre 125 e 8.000 Hz. O STI foi medido em duas situações, ar condicionado ou ventilador ligado e desligado; e com filtros de frequência para simular um orador masculino e outro feminino.

Com os dados de medidas de nível de pressão sonora em função da frequência, as salas de aulas foram classificadas segundo as curvas NC e foi feita a comparação com os valores recomendados pela norma brasileira NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico (ABNT, 1987). O Leq também foi comparado com os níveis indicados pela mesma norma. O TR e o STI foram avaliados segundo valores recomendados pela literatura nacional e internacional.

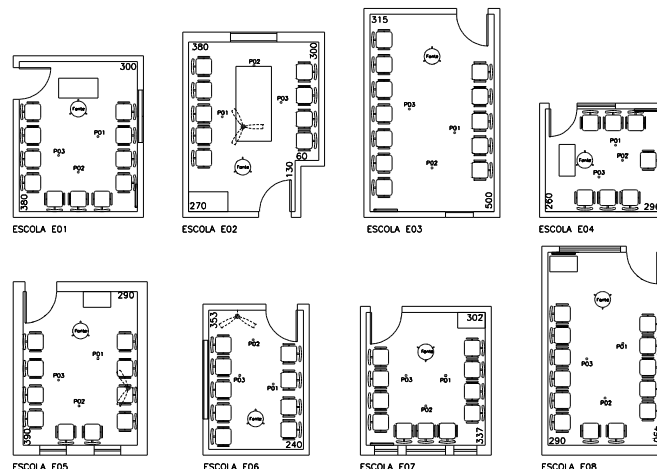
### 3. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

Na figura 1 estão apresentados os desenhos esquemáticos das oito escolas selecionadas mostrando a distribuição dos ambientes e a sala de aula medida.



**Figura 1 - Desenho esquemático das escolas E01 a E08**

A figura 2 representa as plantas das salas de aula selecionadas em cada escola para as medidas acústicas, onde são apresentados o layout e a localização da fonte sonora e dos pontos medidos. A posição da fonte sonora representa o local onde o professor costuma permanecer durante as aulas e o microfone foi colocado em três posições que representam o posicionamento dos alunos, respeitando a distância de 1 metro da parede.



**Figura 2: Planta de layout das salas de aula medidas**

A tabela 1 mostra um resumo dos dados obtidos no levantamento arquitetônico e construtivo das salas de aula, onde C é o comprimento, L é a largura, H é a altura, A representa a área de piso, S a área total de superfícies e V o volume. Os materiais construtivos e o mobiliário são bem semelhantes entre as salas de aula avaliadas nas escolas, sendo que em uma mesma escola as características são mantidas entre as diferentes salas de aula. Algumas salas de aula possuem ar condicionado e outras possuem ventilador.

**Tabela 1: Dados arquitetônicos e construtivos das salas de aula das escolas.**

Sala de aula	Dados arquitetônicos e construtivos								V/ AC
	C (m)	L (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	cadeiras	material	
Escola E01	3,80	3,00	2,75	11,40	60,20	31,35	11	1-2-3	AC
Escola E02	4,30	3,80	2,76	18,50	81,71	48,10	10	1*-2-3	V
Escola E03	5,00	3,15	2,30	15,75	68,99	36,22	12	1-2-3	AC
Escola E04	2,60	2,96	2,75	7,70	45,98	21,16	07*	1-2-3*	AC
Escola E05	3,90	2,90	2,80	11,31	60,70	31,67	10	1*-2-3	V
Escola E06	3,53	2,40	2,84	8,47	50,62	24,06	10	1-2-3	V
Escola E07	3,37	3,02	2,85	10,18	56,78	29,00	11	1-2-3	AC
Escola E08	4,90	2,90	2,85	14,21	72,88	40,50	13	1-2-3	AC

Legenda:

Cadeiras estofadas, exceto \*madeira.

Acabamento: (1) piso cerâmico, exceto: \* ardósia. (2) parede alvenaria (3) teto de laje, exceto: \* gessos

V – ventilador / AC – ar condicionado

### 3.1 Resultados e análise dos Parâmetros Acústicos Medidos

Os resultados dos parâmetros acústicos medidos nas salas de aula são apresentados a seguir:

#### 3.1.1 Espectro Sonoro

O espectro sonoro avalia a influência do ruído de fundo nas salas de aula. As tabelas 2 e 3 mostram as médias dos valores dos NPS em função da frequência medidos na situação de ar condicionado ou ventilador desligado e ligado.

**Tabela 2: Nível de pressão sonora em bandas de frequência de 1/1 oitava medido nas salas de aula com ar condicionado ou ventilador desligado**

Sala de aula	NPS (dB) com ar desligado					
	Frequência (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Escola E01	53,4	44,0	39,5	30,9	25,8	21,4
Escola E02*	45,6	39,9	39,0	32,4	29,1	22,9
Escola E03	51,7	44,6	42,0	37,5	32,8	26,1
Escola E04	44,5	35,7	28,0	24,5	21,6	23,1
Escola E05*	47,9	42,9	35,6	35,3	35,6	34,4
Escola E06*	52,1	44,1	36,6	34,2	27,6	24,7
Escola E07	45,5	40,4	31,9	26,6	23,7	<20
Escola E08	48,7	42,3	30,7	24,5	21,2	27,0

(\*) ventilador

**Tabela 3 – Nível de pressão sonora em bandas de freqüência de 1/1 oitava medido nas salas de aula com ar condicionado ou ventilador ligado.**

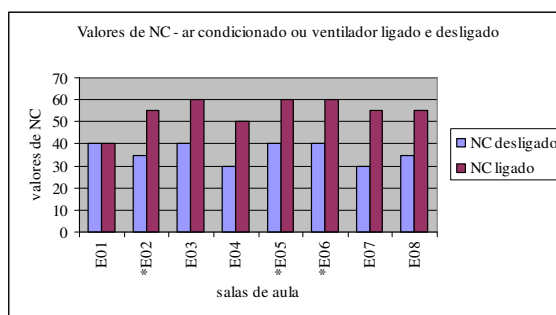
Sala de aula	NPS (dB) com ar ligado						
	Freqüência (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Escola E01	52,3	46,9	41,6	32,9	28,3	24,1	<20
Escola E02*	65,0	52,2	52,0	48,7	46,8	41,9	34,5
Escola E03	60,9	61,5	61,0	52,0	45,2	39,8	34,3
Escola E04	55,3	52,0	49,9	46,0	39,1	31,2	24,7
Escola E05*	60,0	57,9	59,0	59,1	56,2	50,9	43,3
Escola E06*	63,5	62,4	60,5	57,9	55,6	50,6	43,8
Escola E07	62,6	62,3	56,9	51,3	45,5	42,3	37,5
Escola E08	57,8	58,3	48,6	44,2	41,8	39,1	35,9

(\*) ventilador

Analisando os dados das tabelas 2 e 3 nota-se que os níveis de ruído de fundo diminuem com o aumento da freqüência. Quando os equipamentos são ligados os níveis de ruído de fundo aumentam em média 10 dB. O impacto dessa elevação é considerável, principalmente em dias de calor quando os equipamentos são frequentemente ligados. Observa-se, que a escola E01 apresenta uma variação menor nos seus valores com ar condicionado ligado que as outras escolas, pois é a única sala que possui equipamento sem sistema de compressor, o que o torna menos ruidoso. Porém, esse tipo de equipamento possui eficiência térmica inferior, assim favorece o conforto acústico, mas não satisfaz o térmico.

### 3.1.2 Classificação NC

De acordo com a norma NBR10152 (ABNT, 1987) o nível para conforto acústico considerado aceitável em salas de aula segundo a classificação do NC varia no intervalo entre 35 a 45. Os valores de NC para as duas situações em que o espectro sonoro foi medido são apresentados na figura 3.



(\*) ventilador

**Figura 3: Valores de NC das salas de aula com ar condicionado ou ventilador desligado e ligado.**

Avaliando o isolamento entre paredes nos ambientes internos das escolas, não há diferença entre as escolas avaliadas, pois todas foram construídas em alvenaria de tijolo. Observando os valores de NC medidos com equipamento desligado, pode-se fazer uma avaliação do ruído de fundo nas salas de aula em relação à sua localização na escola (ver figura 1).

1. NC 30 - E04 e E07: a sala E04 está localizada distante da via e das áreas ruidosas da escola. A sala E07 possui fechamento total na fachada, o que impede a entrada de ruído externo; e as salas de aula se concentram em um bloco separado das áreas ruidosas da escola.

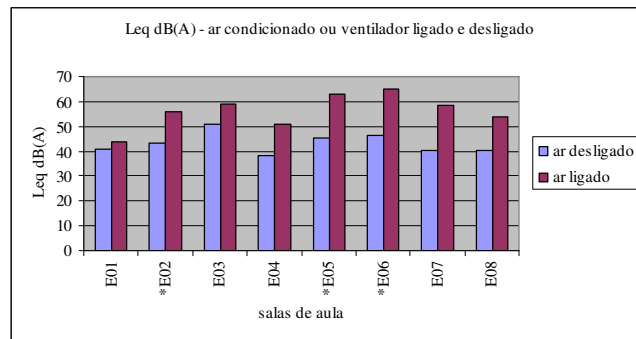
2. NC 35 - E02 e E08: as salas estão localizadas em pontos favoráveis ao isolamento em relação à via, porém encontram-se muito próximas a áreas internas ruidosas, a sala E02 está próxima da sala de espera; e a sala E08, da recepção e setores de serviços.

3. NC 40 - E01, E03, E05 e E06: a sala E01 está localizada mais próxima da via e das áreas ruidosas internas, enquanto que a sala E03 está distante das áreas ruidosas, porém separada da via por um jardim e um muro, recebendo influência do ruído externo. As salas E05 e E06 possuem suas janelas voltadas diretamente para a via, recebendo todo o ruído externo causado por tráfego de veículos.

O valor NC, com equipamento ligado, excede aos valores recomendados como aceitáveis e passam a não atender recomendação da NBR 10152 (ABNT, 1987). Observa-se que o valor de NC da sala de aula da escola E01 não sofreu variação quando o ar condicionado foi ligado, isto indica que o equipamento usado nesta sala é mais silencioso que o usado nas outras salas.

### 3.1.3 Nível de Pressão Sonora Equivalente - Leq

O gráfico da figura 4 mostra a média dos valores de Leq medidos nas salas de aula nas situações de ar condicionado ou ventilador ligados e desligados.



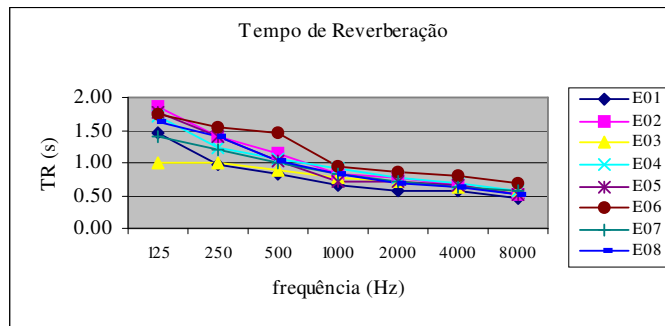
(\*) ventilador

**Figura 4: Leq em dB(A) para as salas de aula com ar condicionado ou ventilador desligado e ligado.**

Os valores mais baixos de Leq foram encontrados nas salas de aula que apresentaram os valores de NC baixo e intermediário. A norma NBR 10152 (ABNT, 1987) recomenda para salas de aula a faixa de valores de nível de pressão sonora em dB(A) entre 40 a 50 dB(A). Com equipamento desligado, as salas atendem à recomendação da norma, enquanto com o ar condicionado ligado, os valores de Leq aumentaram de 10 a 15 dB(A), ultrapassando os valores recomendados pela norma.

### 3.1.4 Tempo de Reverberação - TR

A análise do TR contribuiu para identificar a importância da absorção sonora e do volume nessas salas de dimensões reduzidas. Os resultados das médias dos valores medidos são apresentados no gráfico da figura 5.



**Figura 5: Tempo de reverberação (segundos) em função da frequência.**

Verifica-se que o TR nas salas de aula possui valores mais elevados nas frequências menores e decai com o aumento da frequência, isso acontece porque em salas de pequenos volumes o número de modos excitados é pequeno e a absorção é pequena em baixa frequência, conseqüentemente têm-se tempos de reverberação maiores em baixas frequências (ROLLA e BARBOSA, 1993).

No Brasil, não existe uma norma específica para TR em salas de aula. Segundo Seep et al. (2002), o tempo de reverberação ideal para uma sala de aula deve variar entre 0,4 e 0,6 s. A tabela 4 apresenta os valores de TR, o valor considerado ótimo pela literatura é aquele medido na frequência de 500 Hz.

**Tabela 4: Tempos de reverberação na frequência de 500 Hz (segundos)**

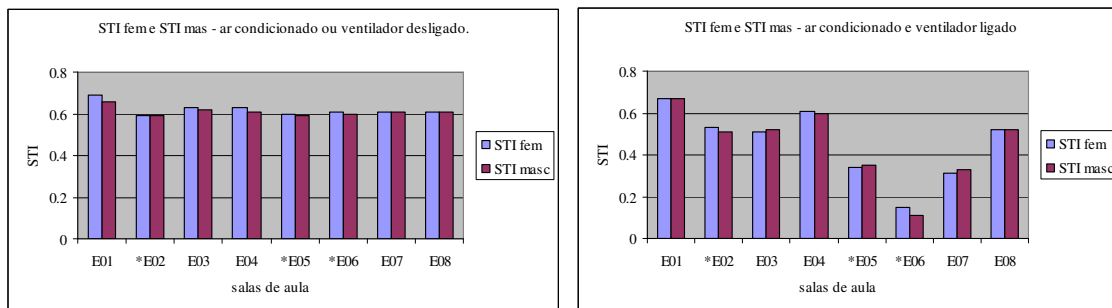
Sala de aula	V (m <sup>3</sup> )	TR (s)						
		Frequência (Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
Escola E01	31,35	1,46	0,98	0,83	0,66	0,56	0,57	0,45
Escola E02	48,10	1,84	1,39	1,15	0,82	0,77	0,66	0,52
Escola E03	36,22	0,99	1,01	0,89	0,78	0,72	0,63	0,57
Escola E04	21,16	1,72	1,23	1,06	0,92	0,76	0,68	0,56
Escola E05	31,67	1,79	1,40	1,04	0,72	0,72	0,65	0,52
Escola E06	24,06	1,75	1,55	1,45	0,93	0,85	0,80	0,70
Escola E07	29,00	1,40	1,19	0,99	0,82	0,72	0,62	0,56
Escola E08	40,50	1,64	1,40	1,04	0,83	0,68	0,62	0,52

As salas de aula avaliadas não apresentaram nenhum tipo de material com características de absorção sonora, por isso é necessária a colocação de materiais que possam diminuir os valores do TR e melhorar o desempenho acústico nas salas. Para diminuir o TR em baixas frequências, que não acontece com o uso de material absorvedor sonoro, podem ser colocados painéis ressonadores no local.

Foi feita uma simulação colocando material absorvedor sonoro para avaliar se os valores de TR diminuiriam. Aplicou-se o material em uma área referente ao teto das salas de aula e foi usada para isso a fórmula de Sabine com os coeficientes de absorção ( $\alpha$ ) na frequência de 500 Hz. O material escolhido (forro para absorção acústica) possui  $\alpha$  de 0,86 nesta frequência. Os valores de TR encontrados variaram entre 0,36 a 0,45 segundos, o que seria ideal para salas de aula.

### 3.1.5 Índice de Transmissão da Fala – STI

A figura 6 mostra os resultados dos valores de STI feminino e STI masculino encontrados. Segundo Fernandez et al. (1997), para garantir a qualidade da inteligibilidade da fala, os valores para STI devem ser superiores a 0,60.



(\*)ventilador

**Figura 6: Gráficos de STI fem e STI mas com ar condicionado e ventilador desligados e ligados.**

Segundo Tisseyre, Moulinier e Rourd (1998) para que uma sala seja considerada excelente o valor de STI deve ser igual ou superior a 0,75, o que não ocorreu em nenhuma das salas de aula avaliadas. Pode-se notar que os valores de STI diminuem na simulação a voz do orador masculino, porém essa variação é pequena em termos numéricos. Todas as salas apresentaram valores muito próximos ao valor mínimo indicado, exceto para a escola E01. A sala da escola E02 possui seus valores inferiores ao considerado bom. Da análise dos resultados de STI pode-se dizer que mesmo apresentando tempos de reverberação elevados a qualidade da inteligibilidade em salas de aula de dimensões reduzidas pode ser boa, quando submetida a níveis de ruído de fundo baixos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se notar que o ruído de fundo, causado por tráfego de veículos ou por áreas ruidosas internas na escola, pode ser minimizado avaliando a posição das fontes em relação às salas de aulas. Para evitar o ruído de fundo externo à edificação, deve-se evitar que as salas de aula tenham janelas voltadas para a via. As atividades devem ser setorizadas de acordo com o uso para garantir níveis de ruídos de fundo mais baixos nas salas de aula. As áreas da escola com atividades mais ruidosas podem estar concentradas mais próximas à via, deixando as áreas mais distantes para serem ocupadas por espaços que exijam menor ruído de fundo.

O uso de equipamentos dentro da sala de aula é responsável pela elevação dos níveis de ruído, por isso a escolha desses equipamentos deve ser cuidadosa, sempre que possível, instalar aqueles que são menos ruidosos, levando em conta que o uso de um equipamento inadequado pode causar prejuízos na qualidade do ensino.

Quanto aos materiais construtivos empregados, as salas de aula possuem materiais bastante reflexivos, o que causa tempos reverberação elevados, sendo necessário um tratamento acústico para melhorar a absorção sonora nas salas. Em salas de aula de dimensões reduzidas, a colocação de material com características de absorção sonora deve ser feita de forma homogênea e de preferência no teto, para que a sala toda seja beneficiada.

As salas de aula apresentaram qualidade boa para a inteligibilidade da fala mesmo apresentando TRs elevados. Por isso, notou-se que em salas de dimensões reduzidas o TR pode ser um pouco mais elevado que os valores recomendados sem prejudicar a comunicação verbal. Porém, esta qualidade das salas pode ser melhorada com o uso de materiais absorvedores sonoros. A qualidade da inteligibilidade diminui quando os níveis de ruído aumentaram com o uso de equipamento ligado, isso reforça que o ruído de fundo é um fator que deve ser visto com cuidado para garantir o desempenho acústico de uma sala de aula.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação do nível de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

FERNÁNDEZ, J. M. del Moral; CANO, M. Ortega; CARRANZA, C. de Castro; DOMÍNGUEZ, E. Gaite. Determinación del índice de inteligibilidad de un recinto mediante la relación señal-ruído y el tiempo de reverberación. *In: JORNADAS NACIONALES DE ACÚSTICA Y ENCUENTRO IBÉRICO DE ACÚSTICA*, 28, 1997, Oviedo. **Tecniacústica**. Oviedo: Tecniacustica, 1997. Disponível em: < <http://www.ia.csic.es/Sea/publicaciones/4355hy013.pdf>> Acesso em: 10 de janeiro de 2006.



- GUTIÉRREZ, Victoria E González; , LACORZANA, José M. Pérez. Estudio de inteligibilidad en aulas de Navarra. *In: FORUM ACUSTIUM*, Sevilla, **Anais...** Sevilla: FORUM ACUSTICUM, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.csic.es/Sea/sevilla02/arcgen013.pdf>> Acesso em: 10 de janeiro de 2006.
- KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; GRAÇA, Valéria A. C. da; PETRECHE, João R. D.; YEE, Cheng Liang. Otimização de projetos das escolas da rede estadual de São Paulo considerando conforto ambiental. *In: ENCAC - ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 6; ENCONTRO LATINO-AMERICANO, 3, 2001, São Pedro. **Segunda Coletânea de Anais...** Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.
- PAIXÃO, Dinara Xavier; SANTOS, Jorge Luiz Pizzutti. A acústica da sala de aula. *In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA*, 16, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Plêiade Ltda M E, 1995. p. 61-64.
- ROLLA, Stelamaris; BARBOSA, Miriam Jeronimo. Avaliação e proposta de solução para conforto acústico do núcleo de desenvolvimento infantil (NDI) da UFSC. *In: ENCAC - ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2, ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENCAC, 1993. p. 295-299.
- SCHNEIDER, Mark. Do school facilities affect academic outcomes? **National Clearinghouse for Educational Facilities**. NOV 2002. Washington: Ed Facilities, 2002.
- SEEP, Benjamin; GLOSEMEYER, Robin; HULCE, Emily; LINN, Matt; AYTAR, Pamela. Acústica de salas de aulas. Tradução de Stephanie L. B. Mondl. **Acústica e Vibrações**. v. 29, p. 2-22, 2002.
- TISSEYRE, A.; MOULINIER, A.; ROURD, Y. Intelligibility in various rooms: comparing its assessment by (RA)STI measurement with a direct measurement. **Applied Acoustics**. v. 53, n. 1-3, p. 179-191, 1998.