

Vanessa Luisa Destro Fidêncio<sup>1</sup>  
Adriane Lima Mortari Moret<sup>1</sup>  
Regina Tangerino de Souza Jacob<sup>1</sup>

### Descritores

Ruído  
Medição de ruído  
Medidores de ruído  
Razão sinal-ruído  
Instituições acadêmicas

### Keywords

Noise  
Noise measurement  
Noise meters  
Signal-to-noise ratio  
Schools

**Endereço para correspondência:**  
Regina Tangerino de Souza Jacob  
Departamento de Fonoaudiologia,  
Faculdade de Odontologia de Bauru,  
Universidade de São Paulo, Alameda  
Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75,  
Bauru (SP), Brasil, CEP: 17012-901.  
E-mail: reginatangerino@usp.br

Recebido em: 25/10/2013

Aceito em: 28/01/2014

# Mensuração do ruído em salas de aula: revisão sistemática

## *Measuring noise in classrooms: a systematic review*

### RESUMO

**Objetivos:** Os objetivos desta revisão são elencar as principais metodologias utilizadas para a mensuração do ruído em salas de aula e se os níveis de ruído encontrados estão adequados às normas. **Métodos:** Realizou-se um levantamento dos artigos publicados nos últimos dez anos, utilizando seis diferentes bases de dados. Foram verificadas 1.088 publicações e somente oito trabalhos obedeceram aos critérios de inclusão: (a) artigos publicados nos últimos dez anos; (b) artigos disponíveis na íntegra; (c) estudos que mensurassem o ruído em salas de aula de escolas regulares. Foi realizada análise descritiva das publicações selecionadas. **Resultados:** Cinco estudos mensuraram ruído por meio de um medidor de nível de pressão sonora. Um realizou a mensuração por meio de um dosímetro e dois utilizaram um computador portátil com software de gravação de áudio. Todas as salas de aulas avaliadas nos estudos encontrados apresentaram nível de ruído acima do permitido. **Conclusão:** As salas de aula são ambientes ruidosos e não há padronização quanto à metodologia que deve ser utilizada para a mensuração do ruído nesses locais. As escolas precisam ser orientadas constantemente sobre a importância da adequação acústica na sala de aula.

### ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this systematic review is to outline the main methodologies used for measuring noise in classrooms and if the noise levels found are suitable standards. **Methods:** A survey of articles published in the last ten years, using six different databases. Were verified 1.088 publications and only eight studies met the inclusion criteria: (a) articles published in the last ten years, (b) articles available in full, (c) studies that have measured the noise in the classrooms of regular schools. Data analysis: descriptive analysis was performed of selected publications. **Results:** Five studies conducted to measure the noise using a sound level meter. One measurement performed using a dosimeter and two studies used a laptop with audio recording software. In all classrooms, the noise level was higher than allowed. **Conclusion:** Classrooms are noisy environment and there is no standardization regarding the methodology that should be used to measure the noise in these places. Therefore, schools need to be guided constantly about the importance of acoustic adaptation in the classroom.

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

(1) Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** nada a declarar.

## INTRODUÇÃO

O ruído é definido como um som indesejável e está presente em uma variedade de ambientes<sup>(1)</sup>. Nas salas de aula, a fala raramente é transmitida à criança sem que haja interferência do ruído de fundo. Ao mesmo tempo, a efetiva transmissão da informação auditiva é imprescindível para o melhor desempenho acadêmico<sup>(2)</sup>.

No ambiente escolar, o ruído não é apenas um incômodo como também interfere no rendimento das atividades de ensino<sup>(3)</sup>. Os professores sentem-se incomodados em ministrar aulas em salas ruidosas e percebem a dificuldade dos alunos em ouvir a informação, bem como a dispersão da atenção<sup>(4)</sup>.

A Acústica é a ciência que estuda os sons. Ao analisar a acústica de uma sala de aula, verificam-se todos os sons presentes no local.

As fontes de ruído podem ser classificadas em três tipos<sup>(5)</sup>:

- fontes externas: ruídos externos à escola, normalmente gerados por tráfego de veículos e aviões, bem como os de estabelecimentos próximos à instituição de ensino (bares, buzinas, apitos, construção civil, boates, academias, etc.);
- fontes da escola: ruídos gerados no interior da escola (em ambientes adjacentes à sala), como pátio, sala de recreação, quadra de esportes, sala de música, cozinha, outras salas de aula, etc.;
- fontes internas: ruídos gerados dentro da própria sala, como a conversa, movimentação e atividades dos alunos, o uso de materiais didáticos (papel, tesoura, grampeador, etc.) e ruídos de ventiladores, reatores de luzes e equipamento de ar-condicionado.

Na maioria dos ambientes de aprendizagem, o mais importante para que haja boa percepção da fala não é o tipo de ruído ou o nível global de ruído de fundo, mas a relação entre a intensidade do sinal e a intensidade do ruído de fundo<sup>(2)</sup>. Essa relação é denominada relação sinal/ruído. As crianças com audição normal necessitam de uma relação sinal/ruído mais favorável para obter o mesmo nível de percepção de fala que os adultos. Já as com deficiência auditiva encontram-se ainda mais em desvantagem<sup>(6)</sup>.

O nível máximo de ruído permitido para a sala de aula é de 40 decibels (dB)<sup>(7)</sup>. O ideal seria manter a relação sinal/ruído maior que 10 dB (para indivíduos com audição normal) em toda a sala. Assim, a inteligibilidade estaria garantida. Para uma criança portadora de deficiência auditiva essa relação deve ser de no mínimo 15 dB, sendo que alguns autores indicam valores de até 25 dB. O ideal seria uma sala de aula silenciosa (40 dB de ruído) com o professor falando com sua voz normal (65 dB). Isto manteria a relação fala/ruído acima de 10 dB e não causaria problemas de voz ao professor<sup>(3)</sup>.

Sabendo das possíveis consequências de uma sala de aula ruidosa, em que a inteligibilidade de fala é prejudicada, alguns autores realizam estudos com o objetivo de mensurar o ruído nesses ambientes.

## OBJETIVOS

Os objetivos desta revisão são: elencar quais as principais metodologias utilizadas para a mensuração do ruído em salas de aula e se os níveis de ruído nele encontrados estão adequados às normas.

## ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Foi realizada busca por meio de revisão sistemática da literatura, em setembro de 2013, nas seguintes bases de dados eletrônicas: Biblioteca Cochrane, EMBASE, ISI Web of Science, LILACS, PUBMED e SCIELO. Na busca, foram utilizados os seguintes termos, em português e inglês: ruído (*noise*), medição de ruído (*noise measurement*), medidores de ruídos (*noise meters*), monitoramento do ruído (*noise monitoring*), razão sinal-ruído (*signal-to-noise ratio*) e escolas (*schools*). A seleção dos descritores foi efetuada mediante consulta ao Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e eles foram combinados entre si por meio da utilização do operador booleano AND. Na Tabela 1 encontram-se as combinações utilizadas para a busca.

Por meio das estratégias de busca, foram encontradas 1.088 publicações (22 na Biblioteca Cochrane, 561 na EMBASE, 142 na ISI Web of Science, 17 na LILACS, 333 na PUBMED e 13 na SciELO). Houve, primeiramente, análise dos títulos dos artigos encontrados para selecionar os que tivessem relação com o tema proposto para a revisão. A segunda seleção foi realizada por meio da análise dos resumos.

**Tabela 1.** Combinações utilizadas para a busca

Estratégia 1	<i>noise measurement AND schools</i>
Estratégia 2	<i>noise meters AND schools</i>
Estratégia 3	<i>noise monitoring AND schools</i>
Estratégia 4	<i>noise AND schools</i>
Estratégia 5	<i>signal-to-noise ratio AND schools</i>

## CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para serem incluídas nesta revisão, as publicações deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão:

- artigos publicados nos últimos dez anos;
- artigos disponíveis na íntegra; e
- estudos que mensurassem o ruído em salas de aula de escolas regulares.

Os critérios de exclusão foram:

- estudos que mensuraram o ruído em ambientes externos à sala de aula;
- estudos que realizaram mensurações em ambientes simulados;
- mensurações realizadas em aulas de música; e
- artigos de revisão. Ao final, foram utilizadas oito publicações, lidas na íntegra.

## ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada a análise descritiva das publicações selecionadas de acordo com os objetivos da revisão.

## RESULTADOS

Apesar da grande quantidade de artigos (1.088 publicações) encontrados, somente oito obedeceram aos critérios de inclusão. Na Tabela 2 são apresentadas informações gerais sobre eles.

Além disso, cinco estudos realizaram a mensuração do ruído por meio de um medidor do nível de pressão sonora<sup>(8-12)</sup>. Em um foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora digital MSL-1325 MINIPA Ltda. As mensurações aconteceram em cinco pontos distintos da sala de aula e seus resultados mostram que o nível de ruído alcançou valores máximos de 84,3; 96,2 e 93,0 dB e mínimos de 66,1; 71,1 e 67,4 dB<sup>(8)</sup>.

No outro estudo foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora tipo S 2AE, da marca *Simpson*, modelo 897, e a mensuração foi realizada em apenas um ponto da sala de aula, durante uma atividade de ditado. Os níveis de ruído variaram de 59,5 a 71,3 dB<sup>(9)</sup>.

Em um estudo realizado em 2010, o autor utilizou um medidor de nível de pressão sonora da marca Instrutherm, modelo *Sound Level Meter* (SL-4011). O nível sonoro variou de 45,00 a 65,00 dB, com valor médio de 58,24 dB<sup>(10)</sup>.

Autores de um trabalho desenvolvido em Londres mensuraram o ruído com o uso de um medidor de nível de pressão sonora posicionado na sala de aula durante uma atividade, e a média do nível sonoro total foi de 72 dB<sup>(11)</sup>.

Já em 2013 houve um estudo no Egito no qual o autor fez uso de um medidor do nível de pressão sonora da marca Bruel e Kjaer, tipo 2230<sup>(12)</sup>. O equipamento foi colocado no meio da sala de aula, em uma posição correspondente à altura da orelha dos alunos. O nível sonoro total variou de 61,3 a 73,2 dB.

Dois outros estudos utilizaram em sua metodologia algum tipo de software conectado a um computador portátil<sup>(13,14)</sup>. Em um deles, os autores utilizaram um software de gravação de áudio (*Cool Edit Pro*) para as mensurações. Foram realizadas gravações de 15 a 20 minutos, nas quais o professor falou com frequência para os alunos. Observou-se que, em média, os professores apresentaram intensidade de fala de 60,4 dB e a média de ruído nas salas de aula foi de 49,1 dB, havendo, portanto, relação sinal/ruído média de 11,0 dB durante as atividades de ensino<sup>(13)</sup>.

Em outro estudo, os autores compararam mensurações realizadas em salas de aula com e sem sistema infravermelho.

A metodologia aplicada foi o sistema de Tempo, energia, frequência — TEF (*Techron TEF System-20*) acoplado a um laptop Macintosh. As mensurações de níveis de pressão sonora foram feitas por dez minutos em cada local enquanto a classe estava em aula. O microfone foi colocado próximo ao professor e também na altura da orelha de um aluno (cerca de 1 m de altura), que permanecia sentado. Além de realizarem a mensuração da relação sinal/ruído, os autores compararam a utilização de amplificação (infravermelho) da sala de aula e a ausência de amplificação. Os resultados revelaram média de relação sinal/ruído de 2 dB sem a utilização de amplificação e de 13 dB com a utilização<sup>(14)</sup>.

Apenas em um estudo a mensuração foi realizada por meio de dosímetros. Foram utilizados equipamentos do tipo 4436, da marca Bruel e Kjaer Inc, em um intervalo de tempo de cinco horas por dia, durante cinco dias da semana, sendo que um dosímetro era posicionado em um ponto da sala de aula e outro próximo à orelha do professor. Os níveis médios de ruído encontrados foram 78 dB perto da orelha do professor e 70 dB na sala<sup>(15)</sup>.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que não há padronização da metodologia que deve ser utilizada para mensurações de ruído em salas de aula, como ocorre em outros locais como, por exemplo, ambientes de trabalho nos quais existem normas de higiene ocupacional que estabelecem critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ao ruído. Essa falta de padronização faz com que nos deparemos com metodologias variadas.

Observa-se também que estudos que utilizam em sua metodologia um computador portátil com algum software de gravação de áudio instalado devem receber atenção, visto que estes softwares permitem que o material gravado seja posteriormente analisado e a relação sinal/ruído do ambiente estabelecida, e não somente o nível de pressão sonora, como ocorre quando é utilizado um medidor de nível de pressão sonora, por exemplo.

Todas as salas de aulas avaliadas nos estudos encontrados apresentaram nível de ruído acima do permitido. Assim, as escolas devem ser orientadas constantemente sobre a importância da adequação acústica do ambiente da sala de aula.

*\*VLDF foi responsável pelo projeto, busca e análise dos estudos incluídos na revisão e elaboração do artigo; ALMM e RTSJ foram responsáveis pela orientação geral das etapas de execução e elaboração do manuscrito.*

**Tabela 2.** Dados gerais das publicações incluídas na revisão

Publicações	Local	Salas	Instrumento	Nível de ruído
Ali, 2013 <sup>(12)</sup>	Egito	6	Medidor de nível de pressão sonora	Inadequado
Almeida Filho et al., 2012 <sup>(8)</sup>	Brasil	3	Medidor de nível de pressão sonora	Inadequado
Guidini et al., 2012 <sup>(10)</sup>	Brasil	10	Medidor de nível de pressão sonora	Inadequado
Eysel-Gosepath et al., 2012 <sup>(15)</sup>	Alemanha	3	Dosímetro	Inadequado
Sato e Bradley, 2008 <sup>(13)</sup>	Canadá	27	Software de áudio	Inadequado
Larsen e Blair, 2008 <sup>(13)</sup>	Estados Unidos	5	Software de áudio	Inadequado
Jaroszewski, Zeigelboim e Lacerda, 2007 <sup>(9)</sup>	Brasil	7	Medidor de nível de pressão sonora	Inadequado
Shield e Dockrell, 2004 <sup>(11)</sup>	Reino Unido	110	Medidor de nível de pressão sonora	Inadequado

## REFERÊNCIAS

1. Danieli F. Reconhecimento de fala com e sem ruído competitivo em crianças usuárias de implante coclear utilizando dois diferentes processadores de fala. São Carlos. Dissertação [Mestrado em Bioengenharia] – Universidade de São Paulo; 2010.
2. Crandell CC, Smaldino JJ. Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2000; 31:362-70.
3. Fernandes JC. Padronização das condições acústicas para salas de aula. In: Simpósio de Engenharia de Produção; 2006 Nov 6-8; Bauru, Brasil.
4. Coube CZV, Bevilacqua MC, Fernandes JC. Ruído na escola. 4a ed. Bauru: HRAC/USP; 1999.
5. Fernandes JC, Barreira CSC. Speech recognition obtained with the use of soundfield FM system in hearing impaired children. In: Anais da Annual Convention & Exposition of American Academy of Audiology; 2000 Dec; Chicago, USA. Chicago: American Academy of Audiology; 2000. p. 144-53.
6. Maggi MM, Prieto JCC. Utilización de los sistemas de FM en el contexto escolar. *Rev Logop Foniatr Audiol*. 2005;25(2):84-94.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152: níveis de ruído para conforto acústico – procedimentos. Rio de Janeiro, 1987. 4p.
8. Almeida Filho N, Filletti F, Guillaumon HR, Serafini F. Intensidade do ruído produzido em sala de aula e análise de emissões acústicas em escolares. *Arquivos Int Otorrinolaringol*. 2012;16(1):91-5.
9. Jaroszewski GC, Zeigelboim BS, Lacerda A. Ruído escolar e sua implicação na atividade de ditado. *Rev CEFAC*. 2007;9(1):122-32.
10. Guidini RF, Bertinello F, Zanchetta S, Dragone MLS. Correlações entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;17(4):398-404.
11. Shield B, Dockrell JE. External and internal noise surveys of London primary schools. *J Acoust Soc Am*. 2004;115(2):730-8.
12. Ali SAA. Study effects of school noise on learning achievement and annoyance in Assiut city, Egypt. *Applied Acoustics*. 2013;74(4):602-6.
13. Sato H, Bradley JS. Evaluation of acoustical conditions for speech communication in working elementary school classrooms. *J Acoust Soc Am*. 2008;123(4):2064-77.
14. Larsen JB, Blair JC. The effect of classroom amplification on the signal-to-noise ratio in classrooms while class is in session. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2008;39:451-60.
15. Eysel-Gosepath K, Daut T, Pinger A, Lehmacher W, Erren T. Sound levels and their effects on children in a Germany primary school. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012;269(12):2475-83.