

Estudo endêmico do ruído e da inteligibilidade de fala dos professores: um comparativo entre duas escolas

Valéria de Sá Barreto Gonçalves (PPGEP/UFPB) lelajp@terra.com.br
Liliane Sena da Silva (UFPB) lilianesena@yahoo.com.br
Márcio Carvalho da Silva (UFPB) mkarvalho2005@yahoo.com.br
Antônio Souto Coutinho (PPGEP/UFPB) soutocoutinho@uol.com.br

Resumo

No ambiente escolar, o ruído não é apenas um incômodo, mas interfere no rendimento das atividades de ensino. O objetivo desta pesquisa foi verificar o nível de pressão sonora existente no interior das salas de aula de duas escolas públicas municipais da cidade de João Pessoa (PB), comparar com o permitido pela legislação, verificando o grau do conforto/desconforto e a quanto pode interferir no nível de inteligibilidade de fala. A metodologia utilizada foi a coleta de dados, sendo elaborada em etapas. Os resultados indicam que o nível médio de ruído encontrado é de 77 dB(A), o que comprova que está acima do estabelecido como aceitável para salas de aula, segundo a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), que recomenda 50 dB(A). Conclui-se que as escolas avaliadas não estão preparadas acusticamente para minimizar os efeitos negativos que o ruído provoca, causando desconforto e interferindo na inteligibilidade de fala dos professores. Palavras-chave: Escolas; Ruído ocupacional; Inteligibilidade de fala.

1. Introdução

A preocupação com o meio ambiente e sua relação com a saúde não é recente. A poluição sonora vem se tornando um problema cada vez maior, exigindo ações e formas de controle para minimizar seus efeitos nocivos. A exposição ao ruído ocupacional em sala de aula pode trazer prejuízos à saúde auditiva e interferir diretamente no rendimento físico e mental do profissional, diminuindo seu ritmo de trabalho e dificultando o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Celani et al (1999) diz que no ambiente escolar o ruído não é apenas um incômodo, mas interfere no rendimento das atividades de ensino. Gerges (2000) acha que as medições de ruído e vibrações permitem quantificações e análises precisas de condições ambientais incômodas. É necessário que o ruído seja aferido e que as influências das condições acústicas e o desempenho vocal desses profissionais também sejam avaliados.

O ruído é, na maioria dos países, o agente nocivo mais prevalente. Moraes & Regazzi (2002) relatam que nenhum dos riscos existentes no ambiente de trabalho se faz tão presente como o ruído. Os autores relatam ainda, que um trabalhador gasta em média 20% a mais de energia em ambientes ruidosos. As estatísticas do INSS comprovam que o ruído tem sido um agente causador de doenças, estresses ocupacionais e acidentes de trabalho. Assim, é fundamental que o ruído no ambiente laboral esteja controlado.

Em acústica de salas de aula é importante conhecer o comportamento dos sons para eliminar os ruídos que interferem na percepção da fala, promovendo um ambiente apropriado tanto para quem está em atividade laboral quanto para quem está aprendendo. As recomendações da ISO R 14002:1996, NBR 10151 estabeleceram para conforto acústico em comunidade o nível critério básico de 45 dB(A) de ruído externo. Pesquisas sobre os efeitos do ruído em crianças

da pré-escola têm mostrado uma conexão da exposição do barulho crônico e a alfabetização. Projetos de escolas que dão maior atenção para características acústicas têm como consequência melhor aproveitamento escolar (MAXWELL & EVANS, 2000).

O objetivo desta pesquisa foi verificar o nível de pressão sonora existente no interior de salas de aula de duas escolas públicas municipais da cidade de João Pessoa (PB), comparar com o permitido pela legislação, verificando o grau do conforto/desconforto e a quanto pode interferir no nível de inteligibilidade de fala.

2. Revisão da literatura

Com relação a nível sonoro, o ruído precisa ser tão baixo quanto possível. Para conseguir isto, deve-se utilizar equipamentos com uma mínima emissão sonora, assim como melhoria contínua da acústica da sala de trabalho.

Os níveis de ruído devem ser entendidos aqui, não como aqueles passíveis de provocar lesões ao aparelho auditivo, mas como a perturbação que podem causar ao bom desempenho da tarefa. Muitas vezes, equipamentos ruidosos são colocados em ambientes onde são necessariamente obrigatórios; e apenas isolando equipamentos, têm-se conseguido melhorar as condições acústicas destes ambientes (IIDA, 1990).

O som é a modificação de pressão que se propaga em meios elásticos, não sendo, portanto, transmitido no vácuo. É o resultado do movimento ordenado e vibratório das partículas materiais que se propagam em oscilação em torno de uma posição de equilíbrio. Moraes & Regazzi (2002) relatam que o som consiste em um fenômeno físico causado por qualquer vibração ou onda mecânica que se propague em meio elástico, capaz de produzir excitações auditivas ao homem. Ruído é uma mistura de sons cujas frequências não seguem qualquer lei precisa e que diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano, considerado como um som indesejado.

Segundo Iida (1990), fisicamente, o ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, medido em uma escala logarítmica em uma unidade chamada decibel (dB). Pode-se destacar três características principais: frequência, intensidade e duração. Frequência de um som é o número de flutuações ou vibrações por segundo e é expressa em hertz (Hz), subjetivamente percebida como altura do som. A intensidade do som depende da energia das oscilações, é definida em termos de potência por unidade de área. A duração do som é medida em segundos. Esses três fatores influem diretamente nas condições de trabalho e podem afetar a inteligibilidade de fala, dificultando a comunicação e o aprendizado.

A inteligibilidade de fala em salas de aula é influenciada, segundo Nábělek & Nábělek (1999) por três fatores: o nível da fala, a reverberação da sala e o ruído de fundo. A importância de cada um destes, depende da distância do ouvinte à fonte sonora, porque os níveis dos sons diretos e refletidos, e o ruído de fundo variam ao longo da sala. Para uma boa inteligibilidade, a intensidade de fala diminui de acordo com a distância da fonte; a modificação da fala frequentemente pode ser necessária, especialmente em salas amplas.

O Nível de Pressão Sonora (NPS) dentro de uma sala, proveniente de fontes externas, depende da intensidade desses ruídos, das propriedades de isolamento acústico, das divisórias e da absorção sonora da sala. Os materiais de absorção servem para reduzir o tempo de reverberação e o nível de ruído de fundo. Em uma sala de aula, o som da fala direta está misturado com o som de reverberação e com o ruído de fundo.

Se o ruído estiver misturado com a fala, então algumas partes da fala encoberta pelo ruído se tornarão inaudíveis, ou mascaradas. Os efeitos globais do ruído da percepção da fala-ruído

(F/R) são expressas em dB. As pontuações de reconhecimento da fala são geralmente altas quando a relação F/R é alta e baixa quando a relação F/R é baixa.

Pearsons (1977) informa que a média ponderada A dos níveis de ruído de fundo em escolas estavam entre 45 dB e 55 dB. Com o nível médio de fala aproximadamente 65 dB, medido a uma distância de 1m da boca do falante, a relação F/R nas escolas é por volta de + 10 a + 20 dB, isto é, o nível de fala é 10-20 dB mais alto do que o nível de ruído.

Considerando que o nível de ruído, nas salas de aula, faz com que a relação sinal/ruído esteja bem abaixo do desejado para o ambiente de aprendizagem, supõe-se que a habilidade de reconhecimento de fala poderá sofrer prejuízos (DANIEL et al, 2003).

Em salas silenciosas, a inteligibilidade da fala diminui com o aumento do tempo de reverberação, que, até certo ponto, é semelhante ao ruído e afeta a identificação das consoantes mais do que das vogais. Os sons da fala, recebidos distantes da fonte sonora, diferem dos sons recebidos próximos à fonte. Os seguintes aspectos do som dependem da distância: o Nível de Pressão Sonora (NPS), a relação F/R e a relação entre energia das fala direta refletida. Todos os três aspectos podem influenciar na percepção da fala.

Como os níveis de ruído podem variar de maneira aleatória, costuma-se freqüentemente, medir o NPS contínua equivalente (*Leq*), expresso em dB, que é uma integral de toda energia sonora durante um tempo "T" do som flutuante, equivalente a um valor de som constante, possuindo a mesma energia total ou dose (OMS, 1980; OPAS, 1983).

Os aparelhos utilizados para medir o nível de pressão sonora são dotados de filtros de ponderação para aproximarem as medições das características de respostas do ouvido humano. Existem quatro tipos de filtros: A, B, C e D. Habitualmente utiliza-se o filtro A que apresenta respostas mais próximas daquelas do ouvido humano. Os níveis da escala A são medidos em deciBeis e são expressos como dB(A) (OPAS, 1983).

3. Metodologia

Trata-se de um estudo comparativo entre duas escolas públicas municipais de João Pessoa (PB), desenvolvido através do levantamento de dados de pressão sonora nas salas de aula, e questionários aplicados aos professores. No que se refere à caracterização da pesquisa, é quantitativo de caráter exploratório, com base nos procedimentos técnicos de coleta e análises de dados.

A legislação utilizada como base para avaliação da exposição do ruído ocupacional, no interior das salas de aula, foi a resolução CONAMA nº 001 – Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – que visa controlar a poluição sonora, que cita a norma regulamentadora NBR 10.151 e NBR 10.152.

A norma NBR 10.151 fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. A norma NBR 10.152 estabelece como nível de conforto acústico em salas de aulas com valores entre 40 e 50 dB(A).

Com a finalidade de verificar o grau de conforto/desconforto e o quanto pode interferir no nível de inteligibilidade de fala, foram aplicados questionários específicos aos professores. Para a avaliação do ruído foi utilizado como instrumento medidor de NPS um decibelímetro com as seguintes características: marca: Instrutherm; modelo: Sound Level Meter (SL – 4011); fabricante: Instrutherm instrumentos de medição LTDA.

Utilizou-se o circuito de ponderação – “A”; circuito de resposta – “lenta – slow”; faixa de medição entre 50 a 100 dB(A), devidamente calibrado. A análise de sinais dos fenômenos

físicos desenvolvidos nesta pesquisa foi descrita através da expressão matemática $NPS = 10 \log$ demonstrado na Figura 1:

$$Leq = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot Li} \right]$$

Figura 1 - Expressão matemática

Onde: Leq é o nível de pressão sonora equivalente, em dB(A); Li , é o nível de pressão sonora medido a cada instante “i”, em dB(A); N é o número total de medições.

Foram realizadas duas avaliações, como mostra a Figura 2, em cada um dos três pontos específicos selecionados no local, totalizando seis medições em cada sala, em um número de onze salas de aula, totalizando sessenta e seis medições, trinta e três em pleno funcionamento, e trinta e três em silêncio.

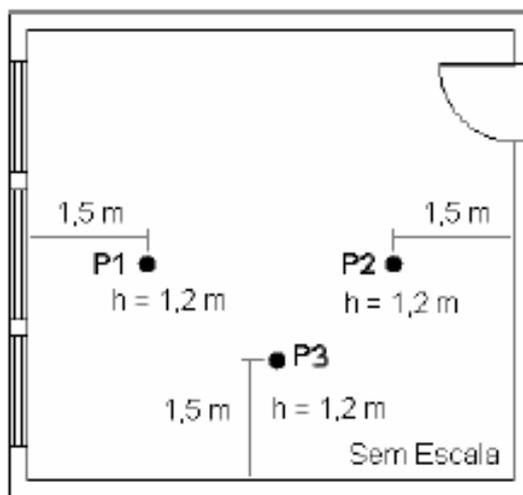


Figura 2 – Pontos de medida nas salas

Os dados de pressão sonora no interior das salas de aula foram comparados com a legislação vigente; e as informações sobre o grau de conforto/desconforto, levantadas através de questionários, analisados estatisticamente pelo programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 8.0, para uso em micro computador. Por meio dele foram levantadas as relações entre as variáveis do trabalho.

4. Resultados

Os níveis de pressão sonora coletados no interior das salas de aula em atividade das escolas pesquisadas variaram entre Leq 66,5 a Leq 87,5 dB(A), como mostra a Figura 3, onde os valores sinalizados com a letra A referem-se à primeira escola avaliada e os valores referenciados com a letra B referem-se à segunda escola avaliada, e assim, sucessivamente para as figuras seguintes. Esses valores estão distribuídos por salas separadamente,

constatando-se que todos estão acima do limite ideal estabelecido como aceitável pela NBR 10152/87 da ABNT e resolução do CONAMA nº 001, tornando o ambiente insalubre.

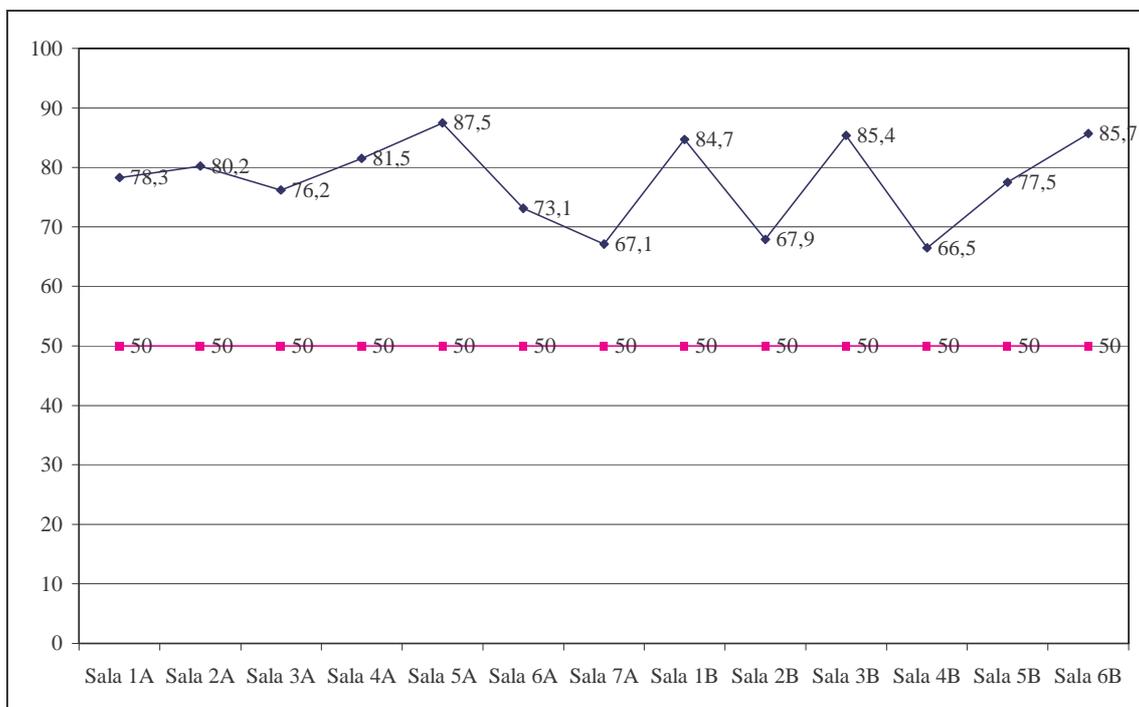


Figura 3: Média do nível sonoro no interior das salas de aula em atividade

A Figura 4 apresenta informações sobre a medição do nível sonoro das salas de aula em silêncio, que variaram entre o mínimo *Leq* 55,8 dB(A) e o máximo de *Leq* de 71,1dB(A). Isso se confirma que mesmo as salas apresentando-se sem atividades escolares, demonstram índices acima dos limites permitidos pela legislação em vigor, evidenciando a necessidade de alerta com relação aos projetos das construções escolares.

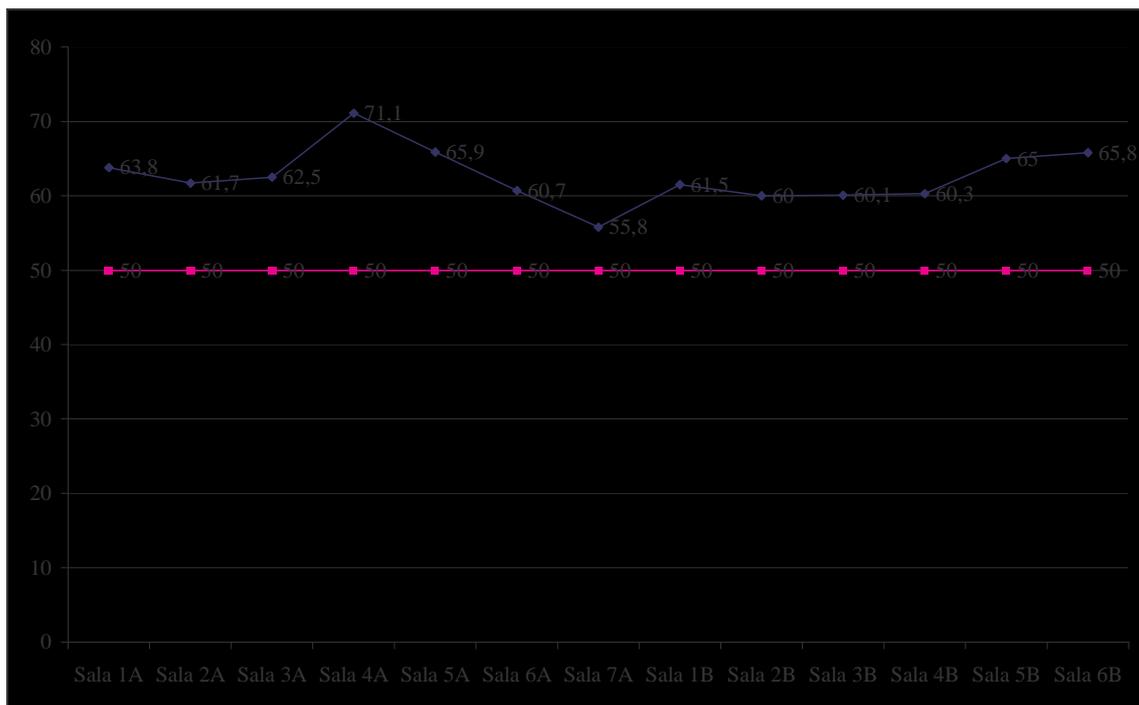


Figura 4: Média da Pressão sonora no interior das salas de aula em silêncio

As comparações entre os valores obtidos e as normas podem ser observadas na Tabela 1.

Ruído de Fundo - dB(A)			
NBR 10.152	40 a 50		
CONAMA	40 a 50		
	Mínimo	Média	Máximo
Sala em atividade	66,5	77	87,5
Sala em silêncio	55,8	63,45	71,1

Fonte: NBR 1051 (1987); CONAMA (1990)

Tabela 1 – Comparativo dos níveis de ruído de fundo para salas de aula

A Figura 5 é o gráfico comparativo das respostas do questionário relativo ao incômodo causado pelo ruído. A questão 1 identifica se o professor ministra aulas nas salas da parte da frente da escola, onde os níveis de ruído são mais intensos. 76,90 % responderam eventualmente, 15,40 % afirmaram sempre e apenas 1 professor representando 7,10 %, disse ministrar aulas nestas salas.

Na questão 2 os professores mostraram-se cientes dos problemas causados pelo ruído em suas aulas. 61,50 % dos entrevistados responderam que o problema é uma constante, enquanto 35,70 % disseram que o problema ocorre eventualmente.

O objetivo das questões de 3 a 6, foi levantar os problemas que o ruído causa à saúde dos professores: 42,90 % dos entrevistados disseram eventualmente sofrerem de dores de garganta; 50% responderam que eventualmente ficam estressados; 35,70 % mostraram sempre sofrerem de dores de cabeça, enquanto 57,10 % responderam eventualmente que ficam com a voz rouca ao final do dia de trabalho.

As questões 7 e 8 objetivaram levantar os problemas que o ruído causa à inteligibilidade da

voz humana: 50 % dos professores entrevistados disseram perceber que os alunos eventualmente não escutam suas explicações, bem como 57,10 % dos entrevistados disseram que eventualmente não escutam a voz de seus alunos.

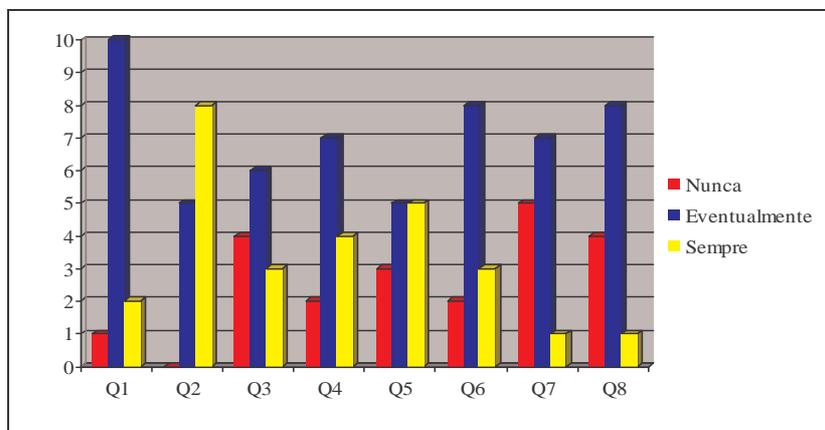


Figura 5 – Gráfico comparativo das respostas dos questionários relativo ao incômodo causado pelo ruído

5. Discussão

Após a verificação dos NPS, no interior das salas de aula de escolas públicas municipais de João Pessoa, pôde-se verificar que todas apresentam uma reverberação considerável. Constatou-se que a interferência do ruído nos espaços escolares e as condições acústicas das salas de aula precisam ser analisadas por profissionais como arquitetos, engenheiros, educadores e fonoaudiólogos, uma vez que se reconhece a influência real destes fatores no processo de ensino-aprendizagem dos alunos e no desempenho vocal dos professores (GUERRA & MENEZES, 2005).

De acordo com a NBR 12179, que se refere ao tratamento acústico em recintos fechados, algum dos materiais citados a seguir são recomendados em ambientes suscetíveis aos fatores reverberantes, pois com o aumento da frequência do ruído verifica-se uma compensação do coeficiente de absorção acústica. Dependendo do estilo de local que se deseja projetar, é necessário fazer um levantamento dessas peculiaridades que viabilizam um ambiente bem estruturado.

O nível médio de pressão sonora no interior das salas de aula foi de aproximadamente 77,7 dB(A), o que faz o professor ministrar a aula com um volume de voz acima de + 10 dB(A), ou seja, por volta de 87,7 dB(A), dificultando a relação à inteligibilidade de fala em relação ao aluno.

6. Conclusões

A partir dos resultados encontrados, foi possível verificar que as escolas avaliadas possuem índices elevados de ruído, não apresentando boa adequação acústica para que o professor obtenha um bom desempenho e sinta-se confortável com relação à intensidade de sua voz, como também em relação ao processo de ensino-aprendizagem dos alunos que lá estudam. Concluiu-se que os mesmos ultrapassaram consideravelmente os valores estipulados por normas e recomendações nacionais e internacionais sobre ruído em ambientes de ensino.

Constatou-se também, através de respostas a um questionário, que o ruído intenso causa desconforto e prejuízo à saúde dos professores, e faz com que a inteligibilidade da fala humana seja reduzida. Para se obter um bom desempenho vocal e melhores índices de aprendizagem, se faz necessário que os aspectos como o ruído e a acústica das salas de aula

sejam observadas e levadas em consideração pelos responsáveis de projetos, desde o momento de elaboração, à construção e implantação das edificações escolares.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. *Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.* Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152. *Níveis de ruído para conforto acústico.* Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12179. *Tratamento acústico em recintos fechados.* Rio de Janeiro, 1990.

CELANI, A.C. & BEVILACQUA, M.C. & RAMOS, C.R. *Ruído em escolas.* Revista Pró-fono. São Paulo. Vol. 6. p. 1-4, 1994.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA Nº 001. *Estabelece padrões, critérios e diretrizes a serem observados na emissão de ruídos.* Resolução 001 de 08 de março, 1990.

DANIEL, R.C. & COSTA, M.J. & OLIVEIRA, T.M.T. *Reconhecimento de fala no silêncio e no ruído em crianças com e sem histórico de repetência escolar.* Pancast. Revista Fono Atual. São Paulo. Ano 6 nº 26 ISSN 1517-0632. p. 35-41, 2003.

GUERRA, J. & MENEZES, P.L. **O ruído em ambiente escolar: estudo das interferências na relação entre ensino e a aprendizagem.** BIO Editora. Revista Jornal Brasileiro de Fonoaudiologia. Curitiba.V.5, n.21 ISSN 1517-5308. p. 253-7, 2005.

GEREGES, S.N.Y. *Ruído: fundamentos e controle.* 2ª Edição. Florianópolis, 2000.

IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção.* Edgard Blucher LTDA. São Paulo, 1990.

NÁBĚLEK, A. & NÁBĚLEK, I. *Acústica da sala e a percepção da fala.* In : KARTZ, J. Tratado de audiologia clínica. Manole. São Paulo. p. 617-30, 1997.

MAXWELL, L.E.; EVANS G.W. *The effects of noise on pre-school children's pre-reading skill.* J Environ Psychol. Vol. 20(1): p. 91-7, 2000.

MORAES, A.G. & REGAZZONI, R.D. *Perícia e avaliação de ruído e calor passo a passo.* Teoria e prática. Rio de Janeiro, 2002.

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. OPAS. *Critérios de salud ambiental 12: el ruído.* Washington. E.U.A., 1983.

PEARSONS, K.S. *Speech levels in various noise environments.* Springfield. National Information Service PB-p. 270 053, 1997.

SILVA, S. & NASCIMENTO, R.B. & PAGNOSSIM. *Reconhecimento de sentenças no ruído em indivíduos normo-ouvintes com diferentes níveis de escolaridade.* São Paulo. Pancast. Revista Fono Atual. Ano 6 nº 26 ISSN 1517-0632. p. 12-20, 2003.

SOCINI, F & COSTA, M.J. & OLIVEIRA, T.M.T. *Queixa de dificuldade para reconhecer a fala X limiares de reconhecimento de sentenças no ruído em normo-ouvintes com mais de 50 anos.* Pancast. Revista Fono Atual. São Paulo. Ano 6 nº 26 ISSN 1517-0632. p. 04-11, 2003.

WATSON, B.U. *Some relationships between intelligence and auditory discrimination.* J Speech Hear. Res. v. 34. p. 621-627, 1991.