

Avaliação de Ruído em Escolas

Ramon Fernando Hans

e-mail: swami@conex.com.br

Mestre em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Alberto Tamagna

Defesa em 15 de janeiro de 2001

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PROMEC

Abstract

“Analysis of Noise Levels at School Environment”

This paper presents an analysis of noise levels at locals which are used for teaching at Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, in Novo Hamburgo. We can find a great number of researches showing that noise levels in schools are high due to the presence of fans, heating systems, laboratory equipment, people talking, and also the fact that the government, school directors, teachers and students are not always concerned and aware of the negative effects of noise upon human health and students output.

Classrooms, courses, support and administrative rooms were chosen to be analyzed at Fundação Liberato. It is believed that noise levels higher than those established by the Brazilian law (NBR 10152) will be found.

There were carried out frequency spectrum, both on environment and humans, this way allowing the analysis of the kind of noise. A parallel research was developed through a questionnaire answered by employees, teachers and students about environmental condition and acoustic. It was observed that, even in the morning, afternoon or evening, all values were higher when compared with the Brazilian Association of Technical Rules for the classrooms and laboratories [35 to 45 dB(A)], libraries [35 to 45 dB(A)], and circulation and common areas. Classrooms and laboratories show medium Leq of 71,7 dB(A), with SPLmax of 105 dB(A) and minimum of 40,5 dB(A), where we find noise sources such as voices, furniture and laboratory equipment movement and circulation of people. A medium Leq of 74,8 dB(A), with SPLmax. Of 97,1 dB(A) and SPLmin. of 49 dB(A) occur at circulation areas, bar and gymnasium – the greatest source is the noise among students. The administrative and support rooms were also measured. In these rooms, a medium Leq of 70,1 dB(A), with maximum SPL of 108,6 dB(A) and minimum of 55,7 dB(A) were found for the following noises sources: voices, air-conditioning system, telephone, and furniture movement.

Key Words

Noise, acoustics, sound.

1. Introdução

Nas últimas décadas algumas pesquisas foram realizadas quanto à presença do ruído em escolas, pois muitos equipamentos surgiram para auxiliar o ensino, tais como vídeos, computadores, retroprojetores, assim como os laboratórios receberam muitas máquinas adicionais. Também a metodologia de ensino alterou-se, no sentido de permitir a participação mais ativa do aluno nas aulas.

Acredita-se que estes elementos auxiliam o processo ensino-aprendizagem, no entanto, os professores e o ambiente físico devem estar preparados para recebê-los e utilizá-los.

Conhecendo-se os efeitos prejudiciais do excesso de ruído para a saúde dos estudantes e dos trabalhadores, percebe-se a importância de níveis sonoros adequados no ambiente escolar. Realizou-se a avaliação dos níveis sonoros de algumas áreas caracterizadas pela predominância de estudantes. Organizou-se um mapeamento dos níveis sonoros contínuos equivalentes (Leq), registros de espectros de frequência em determinados locais e distribuiu-se um questionário aos servidores e alunos, com posterior análise conjunta dos resultados. Desta forma foi possível identificar a existência de áreas com nível sonoro

acima dos valores recomendados pela Norma Brasileira de Conforto Acústico Ambiental, traçando-se um paralelo entre os valores encontrados, as possíveis causas e os diversos efeitos sobre os estudantes e sobre o processo ensino-aprendizagem.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Ruído Escolar

Alguns estudos têm demonstrado que o ruído em sala de aula encontra-se acima dos valores recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e Organização Mundial da Saúde (WHO). A preocupação tem aumentado à medida que se verifica um aumento do ruído causado por fontes internas, conversas, mobiliário, equipamentos, e por fontes externas, tráfego, movimentação de pessoas, proximidade dos centros urbanos. E que, por outro lado, muito poucas ações têm sido tomadas para melhorar as condições acústicas dos ambientes. Desta forma o rendimento do processo ensino-aprendizagem sofre interferências, pois não existe um ambiente propício à concentração e ao entendimento da fala. Herbert, 1999, cita a norma ANSI, que avalia a inteligibilidade, utilizando o “Room Criteria” (RC) de 25N a 30N, e diz que a norma ASHRAE, de 1999, que avalia o desconforto, recomenda para salas pequenas RC de 40N e para salas maiores RC de 35N.

Num estudo realizado por Crandell (1991) e Finitzo (1981), foi observado que somente duas entre 60 salas apresentaram valores de 35 dB(A), valor que o autor cita como padrão para salas desocupadas. A média para salas desocupadas foi de 47,4 dB(A) e 59,3 dB(C), ocorrendo para o jardim de infância o valor de 46,4 dBA e para o 2^o grau 48,5 dBA. Já para salas ocupadas a média foi de 62,5 dBA e 69,5 dBC, com o jardim de infância apresentando 65,2 dBA e o 2^o grau obtendo 60,8 dBA. Dados semelhantes já haviam sido obtidos por Crandell & Smaldino, 1992. Nestes níveis de ensino, como os estudantes utilizam a audição para o reconhecimento da fala, ocorrem dificuldades efetivas na eficiência do aprendizado, pois o ruído e a reverberação distorcem o sinal acústico na sala (Crandell & Bess, 1987a). Este distúrbio agrava-se quando se leva em conta que as crianças utilizam 45% a 60% do dia escolar envolvidas no processo de atenção (Butler, 1975).

Daye, 1996, em sua publicação comenta que num estudo realizado no Centro de Controle e Prevenção de Doenças foram testadas crianças dos 6 a 19 anos, onde 15% apresentaram perda de audição, devido a ruído de ventiladores, sistemas de aquecimento e método de ensino utilizado nas aulas. A arquitetura e a disposição do mobiliário das salas contribuem para o agravamento deste problema, tendo em vista que pisos duros, paredes de concreto, tetos altos, muitas janelas, quadro de giz, provocam e amplificam ruídos. Day cita que estudantes com audição normal ouvem 71% do que os professores falam, enquanto que alunos com pequenos problemas de audição ouvem apenas 48% do que é falado. O baixo rendimento acústico também faz com que o professor necessite falar com mais esforço, o que provoca fadiga de fala aos docentes.

Jiang, 1997, demonstrou que 61% dos professores sentem-se desconfortáveis nos ambientes escolar, sendo que, entre os professores de educação física, este número sobe para 77%. Isto ocorre devido aos níveis de ruído em sala de aula e nos ginásios. Em seu estudo mediu 94,4 dB num ginásio de uma escola elementar, o que ocasionou perda de audição permanente a um professor de 57 anos de idade.

Bradley & Picard, 1997, citam que em escolas normais de 1^o grau os estudantes conseguem reconhecer 66% das palavras faladas pelos professores, o que torna a situação alarmante. Soma-se a isto a fadiga vocal experimentada pelos professores que tentam ultrapassar os valores do ruído de fundo. Picard considera como grandes responsáveis pelo nível de ruído os sistemas de ventilação-refrigeração, as conversas dos alunos, o ruído das salas vizinhas e diversas fontes externas. Salienta que o projeto arquitetônico das salas desfavorece o tempo de reverberação, o que agrava o problema.

Davis, 1990, ilustra o problema da seguinte forma: Perda de audição origina falta de percepção da fala, que por sua vez ocasiona atraso de linguagem e fala, reduzindo o desenvolvimento acadêmico, o que provoca uma baixa da auto-estima estimulando o isolamento do indivíduo.

3 Fundamentos Teóricos

3.1 Definições e medidas acústicas

3.1.1 O som

O som se caracteriza por flutuações da pressão ou da velocidade das moléculas em um meio compressível. É uma forma de energia transmitida pela colisão das moléculas do meio, umas contra as outras. Este efeito provocará zonas de compressão e rarefação do meio em que se propaga, a partir de uma fonte sonora.

3.1.2 Nível sonoro contínuo equivalente (L_{eq})

O nível de pressão sonora contínua equivalente para um intervalo de tempo especificado é o nível sonoro médio integrado durante uma faixa de tempo pré-determinada. Pode ser corrigido por uma ponderação de frequência, o cálculo é baseado na energia do ruído, de acordo com a equação 1.

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \quad \text{equação 1}$$

Sendo

$P_A(t)$ é a pressão sonora instantânea com ponderação A;

T é o intervalo de tempo;

t_1 e t_2 tempo inicial e tempo final respectivamente;

P_0 é a pressão de referência normalizada 20 mPa.

3.1.4 Escalas de ponderação

Os fatores que determinam a audibilidade subjetiva de um som são de tal gama complexos, que se continua pesquisando o assunto. Um dos fatores refere-se a diferença de sensibilidade do ouvido humano a variação das frequências. Segundo Gerges, 1992, o ouvido humano é mais sensível a sons situados na faixa de frequência de 2 kHz a 5 kHz, e menos sensível para frequências situadas abaixo ou acima desta faixa, principalmente quando o ruído apresenta nível de pressão sonora baixo.

Circuitos eletrônicos de compensação apresentam sensibilidade variável com a frequência, com o objetivo de modelar o comportamento do ouvido humano. Padronizou-se uma classificação: curvas A, B, C e D. O circuito A aproxima-se das curvas de audibilidade para baixos níveis de pressão sonora, ou seja, em torno de 40 dB, sendo a curva de ponderação mais utilizada, pois apresenta uma boa correlação em testes subjetivos. O circuito B e C são análogos ao circuito A, entretanto, usa-se para médios e altos níveis de pressão sonora, em torno de 70 e 100 dB respectivamente.

3.1.6 Dose de Exposição

Dose de exposição expressa em porcentagem ocupacional do ruído, é a quantidade de exposição ao ruído que um indivíduo está submetido ao longo de um turno inteiro de trabalho. Deve-se levar em conta o critério legal de exposição, ou seja, o máximo ruído que o indivíduo pode ser exposto sem danos físicos, e, também, deve ser levado em conta o Fator Duplicativo, que é o incremento, em decibéis, para o qual a Dose dobra de valor, segundo critérios legais normalizados. Por exemplo: Segundo OSHA 100% de DOSE significa que o indivíduo esteve exposto a um nível médio equivalente de 90dB durante oito horas contínuas. O fator duplicativo é 5dB, ou seja, caso o Nível Sonoro Contínuo Equivalente passe a 95dB a Dose passará a 200%. No entanto se este Nível passar a 85dB teremos uma Dose de 50%.

3.1.8 Taxa de sinal

Define-se como sendo a relação entre o som da fonte principal e o ruído de fundo existente no ambiente. É calculado pela diferença, em decibéis, entre o nível sonoro da fonte principal e o nível sonoro do ruído de fundo. O resultado é expresso em decibéis. Este valor possui suma importância na determinação do grau de inteligibilidade de ambientes. Quanto maior for o valor da Taxa de Sinal maior é o grau de inteligibilidade do local em questão.

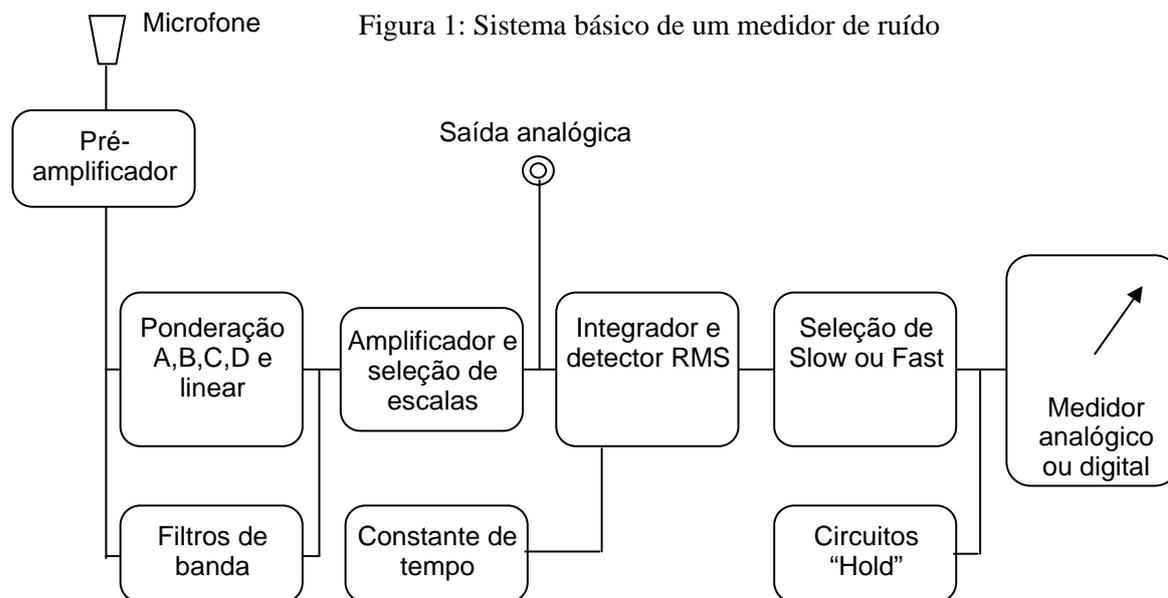
3.1.10 Inteligibilidade

No processo de recepção da fala por parte dos indivíduos é comum ocorrer perdas dos conteúdos transmitidos, isto é, uma parte das sílabas, palavras ou frases emitidas pelo narrador não é compreendida pelo ouvinte. Este efeito é causado por vários fatores, um deles é a baixa taxa de sinal.

A inteligibilidade é medida por percentual de sílabas, palavras ou frases compreendidas a partir de uma quantidade padrão de vocábulos emitidos por um sistema de comunicação determinado.

3.2 Instrumentação

A medição de ruído pode ser feita através de diferentes sistemas eletro-eletrônicos.



Na figura 1 apresenta-se uma opção de configuração básica. Neste, tem-se representado o medidor de nível de pressão sonora com filtro de frequência e ponderação no tempo. É formado por: um microfone, um pré-amplificador, circuitos de ponderação, um amplificador de sinal, um filtro de banda de frequências, um integrador/detector de RMS e um indicador analógico ou digital. Ainda existe uma saída de sinal analógico que pode ser utilizada num osciloscópio, ou num sistema digital externo, para análises mais detalhadas.

4. Materiais e Métodos do Trabalho

4.1 Escolha das áreas da Escola

Procedeu-se a escolha das áreas tomando como base o fato do estudo objetivar principalmente atingir aos estudantes e aos trabalhadores de ensino. Realizou-se uma visita a todos os setores para proceder a atualização das plantas. Visitaram-se todos os ambientes que apresentam a presença de alunos.

4.2 Escolha dos equipamentos

Realizaram-se as medições dos níveis sonoros com dois medidores: o primeiro trata-se de um decibelímetro marca QUEST, modelo 2900, precisão tipo 2. O equipamento segue as normas ANSI S1.4-1983, IEC 651-1979 e IEC 804-1985. O microfone QE 4146, modelo 2900 é um microfone de eletreto com 1/2 polegada de diâmetro. O segundo equipamento utilizado trata-se de um Dosímetro de ruído marca QUEST, modelo Q 300, precisão tipo 2. O equipamento segue as normas ANSI S1.4-1983, ANSI S1.25 - 1991, IEC 651-1979, IEC 804-1985 e IEC 1252 - 1993. O microfone utilizado é de cerâmica com 8mm de diâmetro, com resposta linear até a frequência de 3kHz.

Realizou-se a calibração dos dois equipamentos com um calibrador QUEST, os parâmetros da calibração adotados pelo fabricante são 114 dB (NPS) em 1000 Hz. O calibrador marca QUEST, modelo QC-10 cumpre os requisitos conforme as normas ANSI S1. 40-1984 e IEC 942-1988, tendo sido calibrado pelo INMETRO, conforme Certificado de Calibração expedido em 1999. O filtro marca QUEST, modelo OB-100 segue os requisitos determinados pelas normas ANSI S1. 11-1986, ordem 3, tipo 2, sub-tipo C, e IEC R225-1996. Utiliza bandas de 1/1 oitava, na faixa de frequência de 12,5 Hz a 20 kHz.

4.3 Técnica de medição

Confeccionou-se a planta baixa da escola onde foram localizados os pontos de medição, utilizando-se uma legenda específica que identifica por cores os níveis de ruído equivalentes. Procurou-se medir todos os locais onde se realizavam atividades com alunos, desde salas de aulas convencionais, laboratórios e oficinas, inclusive medindo-se áreas administrativas, onde existem atendimentos aos alunos. Houve também a preocupação de realizar-se medições nos três turnos de funcionamento da escola, em diferentes dias da semana, para estabelecer-se uma relação. O período de medição se estendeu por dois meses. Os resultados foram submetidos a análise descritiva.

5. Resultados dos Questionários Sobre Conforto Acústico Ambiental

A seguir, na tabela 1, apresentamos o resultado final dos questionários realizados nos ambientes da escola junto aos alunos e servidores, realizado nos diferentes turnos de trabalho e retratando a opinião referente tanto aos ambientes das salas de aula, laboratórios e oficinas, quanto das salas administrativas.

Observa-se, que entre os entrevistados, o ruído elevado está entre os elementos que mais perturbam a realização de quaisquer atividades. Este ruído, segundo o questionário, tem sua origem, na maioria dos casos, proveniente das conversas.

Tabela 1: Resultado dos questionários realizados.

Elementos que mais lhe perturbam durante sua atividade.								
Média geral da escola (diurno/noturno)	Baixa iluminação	Elevado ruído	Temperatura	Falta de ventilação	Excesso poeira	Mobiliário inadequado	Outros	Total
	8,35	17,02	19,47	15,14	3,92	22,79	13,30	100
	202	412	471	367	95	552	322	2421
Causas mais frequentes de ruído elevado.								
Média geral da escola (diurno/noturno)	Máquinas	Atividades esportivas	Salas vizinhas	Conversas	Total			
	19,17	4,41	24,53	52,00	100,00			
	234	54	300	636	1223			
O ambiente de estudos ou trabalho apresenta-se								
Média geral da escola (diurno/noturno)	Agitado	Calm	Irritante	Agradável	Total			
	34,65	22,81	12,38	30,18	100,00			
	465	306	166	405	1342			
Quanto ao rendimento o ambiente proporciona								
Média geral da escola (diurno/noturno)	Ótimo rendimento	Bom rendimento	Médio rendimento	Baixo rendimento	Total			
	4,60	47,90	40,16	7,37	100,00			
	57	592	496	91	1236			
Quanto a comunicação o ambiente proporciona:								
Média geral da escola (diurno/noturno)	Ótima comunicação	Boa comunicação	Razoável comunicação	Baixa comunicação	Total			
	10,92	55,77	26,55	6,76	100,00			
	135	690	328	84	1234			

A presença do Ruído trás como conseqüências a ocorrência de um ambiente agitado, mas que, segundo os entrevistados, não prejudica tanto a comunicação nem o rendimento escolar. Esta opinião é perfeitamente previsível, pois lembrando a bibliografia, sabe-se que os problemas auditivos são cumulativos e crescem gradativamente, desta forma o indivíduo atingido não percebe a deficiência e, conseqüentemente, ignora os problemas que a falta de audição pode estar lhe causando no desenvolvimento das atividades rotineiras.

6. Resultado dos Níveis Sonoros

Depois de realizada a análise descritiva dos valores medidos, obteve-se os resultados apresentados na tabela 2, que possui o objetivo de verificar a existência de uma variação significativa dos níveis sonoros entre os turnos.

Tabela 2 – Resultados dos Leq(s) e dos NPS máximo e mínimo

Turno	n	x	M	s	NPSmáx	NPSmín
Manhã	57	73,6	73,0	4,2	104,1	40,4
Tarde	67	72,2	71,3	6,3	108,6	47,7
Noite	47	68,6	67,3	5,5	105,0	48,4
geral	171	71,7	71,0	5,1	108,6	40,4

Sendo:

x é a média em dB(A) dos Leq(s) (Nível Equivalente) da amostra,

M é a mediana em dB(A) dos Leq(s) da amostra,

s é o desvio padrão em relação aos valores dos Leq(s) da amostra,

NPSmáx é o valor máximo de Nível de Pressão Sonora em dB(A) da amostra,

NPSmín é o valor mínimo de Nível de Pressão Sonora em dB(A) da amostra,

n é o tamanho da amostra, o número total de medições realizadas.

7. Discussão dos Resultados dos Níveis Sonoros

Observando-se os valores apontados na tabela 3 é possível concluir que o ruído na escola, de uma forma geral, apresentou-se, durante o período da pesquisa, acima dos valores estipulados por norma. A ABNT estipula para salas de aula e laboratórios um valor confortável de 40 a 50 dB(A). Para as áreas de circulação a mesma norma limita os valores de 45 a 55 dB(A) e para Bibliotecas estabelece uma faixa de 35 a 45 dB(A). Para comparar o nível geral da escola utilizamos uma faixa que abrange os três níveis citados. Desta forma, considerando a média do valor geral e o seu desvio padrão de 5,1 dB(A), teremos um valor mínimo de 66,6 dB(A) e um valor máximo de 76,8 dB(A), estando, portanto, 11,6 dB(A) e 21,8 dB(A), respectivamente, acima do valor máximo permitido pela norma.

Tabela 3 – Valores calculados e valores estipulados por normas nacionais e internacionais.

Turno	Leq dB(A)	ABNT dB(A)	WHO dB(A)
Salas e laboratórios	71,7	40 - 50	35
Circulação	67,3	45 - 55	55
Bibliotecas	65,5	35 - 45	35
Geral	71,7	35 - 55	-

8. Espectros de Frequência

Realizou-se a medição das bandas de frequência de uma em cada três salas monitoradas. A seguir está representado o gráfico do espectro de frequências de uma sala de aula.

Observa-se no gráfico que o maior nível de ruído encontra-se na frequência de 500 Hz, seguido da frequência de 1000 Hz. Atribui-se estas frequências a voz dos alunos, ou seja, ruídos referentes às conversas e diálogos existentes nas salas. O que está de acordo com o resultado dos questionários.

9. Conclusões e Considerações Finais

As medições realizadas evidenciaram que o nível de ruído encontra-se acima do recomendado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), principalmente em relação ao Leq. (35 a 45 dBA). Na tabela 4 estão resumidos os resultados da análise.

Observa-se a ocorrência de grandes valores do NPSmax, que são resultado de picos sonoros causados pela utilização ou queda de objetos, pela movimentação de móveis, pelo manuseio de equipamentos ou pelo grito dos estudantes. De qualquer forma, os picos interrompem a atividade do professor e desconcentram o grupo de alunos.

No Curso Técnico de Mecânica obteve-se o segundo maior Leq médio, pois é o setor que apresenta a maior quantidade de laboratórios com máquinas ruidosas. Desta forma, mesmo aquelas salas que não possuem equipamentos sofrem influência das oficinas e laboratórios circunvizinhos, tornando todo o curso ruidoso. Os alunos e professores necessitam realizar maior esforço vocal, contribuindo também para o aumento do ruído.

Os ambientes que se apresentaram mais ruidosos foram o Bar e o Módulo Desportivo. No primeiro tem-se a maior concentração de indivíduos por unidade de área, gerando muita conversa e movimentação das mesas e cadeiras. No entanto este ambiente não é o foco das preocupações, pois os estudantes permanecem por pouco tempo e a atividade não exige atenção. No segundo caso a atividade desenvolvida, por si só, apresenta a voz e o apito, em alto volume, como fontes de ruído. Aliado a isto se tem as condições arquitetônicas contribuindo para amplificar o som e provocar grande tempo de reverberação.

Tabela 4: Resumo dos níveis sonoros encontrados na Escola.

Setor	Leq/s	NPS máx	NPS mín	Turno Leq	Ruído como Desconforto	Principais fontes de Ruído
Salas convencionais e Curso Segurança	68,5	101,3	52,5	Manhã 72,0	20,29% 2ª causa	Conversas e salas vizinhas
Curso de Química	72,3	102,8	57,2	Manhã 73,2	19,06% 3ª causa	Conversas, funcionamento de máquinas, manipulação de instrumentos e movimentação de mobiliário
Curso de Eletrônica	70,7	103,1	40,4	Tarde 72,7		
Curso de Eletrotécnica	69,6	104,1	44,3	Manhã 74,1		
Curso de Mecânica e Automotiva	79,2	105,0	56,8	Tarde 81,8		
Salas Administrativas e de apoio	70,1	108,6	55,7	Manhã 71,6	30% 1ª causa	Conversas, salas vizinhas e movimentação do mobiliário
Áreas Comuns (corredores e saguões)	67,2	96,6	49,0	Manhã 69,0	Não computado	Não computado
Bar e Módulo Desportivo	82,4	97,1	61,7	Manhã 83,7	30% 1ª causa	Conversas e movimentação do mobiliário

Sendo:

Leq é a média em dB(A) dos Leq(s) (Nível Equivalente) da amostra,

s é o desvio padrão em relação aos valores dos Leq(s) da amostra,
NPS_{máx} é o valor máximo de Nível de Pressão Sonora em dB(A) da amostra,
NPS_{mín} é o valor mínimo de Nível de Pressão Sonora em dB(A) da amostra.

Os demais locais apresentaram-se, quanto ao nível do Leq, de forma semelhante (± 70 dBA), pois as características das fontes são análogas, ou seja, vozes dos alunos, movimentação de mobiliário e manipulação de objetos e instrumentos.

Considerando-se o exposto, pode-se dizer que uma mudança de atitude, por parte dos alunos, quanto ao comportamento em sala de aula, provocará grandes alterações nos níveis de ruído. Também um tratamento acústico dos ambientes produzirá um efeito benéfico considerável, pois em muitos casos o ruído é inerente ao processo, necessitando-se, absorvê-lo. A revisão bibliográfica feita ratifica os dados e as causas encontrados, assim. A diferença está no fato de que, fora do Brasil, a preocupação com o nível de ruído e com as suas conseqüências, na saúde dos estudantes e no rendimento escolar, tem provocado ações concretas para reverter o quadro.

10. Bibliografia

- Álvares, A. S. A. & Souza, P. F. 1992. “*A Poluição Sonora em Belo Horizonte*”. **Revista de Acústica e Vibrações**, 10: 22-42.
- ABNT, 1966.NB-95. ABNT . Rio de Janeiro, Brasil. In: Souza, F. P., Carvalho, J. C., Siqueira, A. L., 1996. “Noise and the quality of sleep in two hospitals in the city of Belo Horizonte, Brazil”, **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 29, pp 515-520.
- Babisch, W. et al., 1993. In – Vallet, M. (Ed), Proc. **6th International Congress Noise Public Health Problem**. Nice, France, vol. 3.
- Berg, F. 1993. “**Acoustics and sound systems in schools.**” San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Bonzaft, A.L. & McCarthy, D.P. 1975. “**The effects of elevated train noise on reading ability. Environment and Behavior**”, 7(6), 517-527.
- Bradley, J. S., and Picard, M., 1997. “**Revisiting Speech Interference by Noise in Classrooms and Considering Some Possible Solutions**”. 133rd ASA Meeting State College, PA.
- Broadbent, D. E. **Journal Acoustics Society American**, vol. 30, 1958, pp 824-827.
- Butler, K. (1975, November). “**Auditory Perceptual Skills: Their measurement and Remediation with Preschool and School-age children**”. Paper apresentado na American Speech Language Hearing Association Convention. Washington, D. C.
- Cantrell, R. W. 1974. “**The Laryngoscope,**” Suppl No. 1, 84.
- Carnes, T., 1996. “**Acoustical Criteria Made Simple**”. ASHRAE Winter Meeting Seminar.
- Crandell, C. 1991. “**The effects of classroom amplification on children with normal hearing: Implications for intervention strategies.**” Educational Audiology Monograph 2, 18-38.
- Crandell, C. & Bess, F. 1987. “**Sound-field amplification in the classroom setting**”. Paper presented at the American Speech-Language-Hearing Association Convention, New Orleans, LA.
- Crandell, C. & Smaldino, J. 1992. “*Sound field amplification in the classroom setting*”. **American Journal of Audiology**, 1(4), 14-16.
- Coelho, J. L. B., Valadas, B., Guedes, M., 1996. “**Ruído ambiental em Portugal**”. *Acústica e Vibrações*, 18, pp. 17 –32.
- Day, C. W., 1996. **Sounding Off**”. **AS&U’s Tech Talk column**. KBD Planning Group, Bloomington.
- Davis, J. 1990. “*Our Forgotten Children: Hard-of-hearing Pupils in the Schools*” U. S. Department of Education, Washington, DC. (68 pages).
- Evans, G. W. & Lepore, S. J., 1993. “**Nonauditory effects of noise on children: A critical review. Children’s Environments,**” pp. 31-51.

- Evans, G. W. & Maxwell, L., 1997. “**Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. Environment and Behavior**”, 29(5), pp. 638-656.
- Ferrarese C., Mennini, T., Pecora, N., Gobbi, M., Apollonio, I., Bernasconi, P., Frigo, M., Regondi, C., Pierpaoli, C., Fratolla, L., 1991. “**Acute noise stress in rats increases the levels of diazepam-binding inhibitor (DBI) in hippocampus and adrenal gland**”, *Psychopharmacology*, 103, pp. 339 – 342. In: Buemi, M., Allegra, A., Grasso, F., Mondio, G., 1995. “**Noise pollution in an intensive care unit for nephrology and dialysis**”, *Nephrology Dialysis Transplantation*, 10, pp 2235 – 2239.
- Finitzo, T. 1981. **Classroom acoustics**. In R. Roeser & M. Downs (Eds.), “*Auditory disorders in school children*” (2nd ed.), (pp. 221-233). New York: Thieme-Stratton.
- Flexer, C. 1992. “**Classroom public address systems.**” In M. Ross (Ed.), *FM auditory training systems: Characteristics, selection & use* (pp. 189-209). Timonium, MD: York Press.
- Gerges, S. N. Y., 1992. “**Ruído: Fundamentos e controle**”, Florianópolis.
- Glass, K. 1985. “**Sonic environment**”. *CEFPI Journal*, 23(4), 8-10.
- Gload, D., 1980. “Noise: hearing loss and psychological effects”, **British Medical Journal**, 281, pp. 1325 – 1327. In: Kam, P. C. A., Thompson, J. F., 1994. “Noise pollution in the anaesthetic and intensive care environment”, *Anaesthesia*, vol 49, pp 982 – 986.
- Herbert, R. K., 1999. “**Poor marks for Classroom Acoustics**”. Artigo apresentado na Ostergaard Acoustical Associates. West Orange, N. J.
- Jiang, Tao., 1997. “**Noise in Gymnasium of the school**”. 133rd ASA/ NOISE CON-97 Meeting, State College, Pennsylvania.
- Karagodina, I., Osipov, G. and Shishkin, I. 1972. “**Noise Control in Cities**”. Moscow. Medicina: Boxba & Shumon V. Gorodach.
- Karsdorf G, & Klappach H. 1968. “**Zeitschrift für die Gesamte Hygiene**” 14, 52-54. Einflüsse des Verkehrslärms auf Gesundheit und Leistung bei Oberschülern einer Grosstadt.
- Lewis, D. 1994. “*Assistive devices for classroom listening.*” **American Journal of Audiology**, 3(1), 58-69.
- Lubman, D., 1997. “**America’s Need for Standards and Guidelines to Ensure Satisfactory Classroom Acoustics**”. 133rd Meeting of the ASA, State College, PA.
- Maugeri S., Oldelashi C. P., 1968. Il rumore industriale. “**Problemi attuali, patologie, prevenzione**”. *Securitas*, 53, pp. 33 – 38. In: Buemi, M., Allegra, A., Grasso, F., Mondio, G., 1995. “**Noise pollution in an intensive care unit for nephrology and dialysis**”, *Nephrology Dialysis Transplantation*, 10, pp. 2235 - 2239
- Melamed, S., Bruhis, S., 1996. “ **The effects of chronic Industrial Noise Exposure on Urinary Cortisol, Fatigue, and Irritability**”, *JOEM*, 38 (3), pp. 252-256
- Molander B., Backman, L., 1990. “**Age differences in the effects of background noise on motor and memory performance in a precision sport**”, *Exp Aging Res*, 16, pp. 55-60. In: Buemi, M., Allegra, A., Grasso, F., Mondio, G., 1995. “ Noise pollution in an intensive care unit for nephrology and dialysis” , *Nephrology Dialysis Transplantation*, 10 pp. 2235-2239
- Morgan, J.B. 1917. “*The effect of sound distractions upon memory*”. **American Journal of Psychology**, 28, 191-208. New York: American Carpet Institute.
- NBR 10151, **Avaliação de Ruído em áreas habitadas visando conforto da comunidade**. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dez. 87.
- NBR 10152, **Níveis de Ruído para conforto acústico**. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dez 87.
- Nelson, P. B., 1997. “ **Impact of hearing loss on children in typical school environments**”. Acoustical Society of América 133rd Meeting Lay Language Papers. Baltimore, MD 21201.
- Nepomuceno, L. A., 1994. **Elementos de Acústica Física e Psicoacústica**, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo.

- Nepomuceno, L.X., 1968. **Acústica Técnica**, Editora Técnico Gráfica Industrial Ltda., São Paulo.
- Rabbit, P. (1966). “**Recognition: Memory for words correctly heard in noise.**” *Psychonomic Sciences*, 6, 383-384.
- Rentzsch, M., Minks, B., Prescher, W., 1991. “ **Methodical Approach for the investigation of combined effects of sound, light, and climate on mainly mental working conditions**” *Arch Complex Environ Studies*, 3, pp. 49-56. In: Melamnd, S., Bruhis, S., 1996. “ *The effects of chronic Industrial Noise Exposure on Urinary Cortisol, Fatigue, and Irritability* “, *JOEM*, 38 (3), pp. 252-256
- Rosenberg, G. & Blake-Rahter, P. 1995. **Inservice training for the classroom teacher.** InC.
- Santos, U. , P., Matos, M., P., Morata, T., C., Okamoto, V., A., 1996. “**Ruído – Riscos e Prevenção**”, Editora Hucitec, São Paulo.
- Soli, S., 1996. “**Factors Affecting Children’s Speech Communications in Classroom**”. ASHRAE Winter Meeting Seminar.
- Theorelli, T., 1990 **Family history of hipertension an individual trait interacting with spontaneously ocuring job stressor**, *Scand J Work Environ Health*, 16, pp. 74-79. In: Buemi, M., Allegra, A., Grasso, F., Mondio, G., 1995. “ Noise Pollution in an intensive care unit for nefrology and dialysis”, *Nephrology Dialysis Transplantation*, 10pp. 2235-2239.
- Veit, Ana Lúcia H. 1999. **Avaliação dos Níveis Sonoros em Ambiente Hospitalar.** Dissertação de mestrado apresentada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, em março de 1999, Porto Alegre. Brasil. 202p.
- Wyon, D. P. 1970. “**Performance and Behavior of School Children During Low Level but Intermittant Noise**”. Apresentado na conferência sobre Ruído ambiental, em 12 de março de 1970, Estocolmo.
- World Health Organization. Community noise. Environmental Health Criteria Document. Genova, Suíça : World Health Organization. In: Bayo, M. V., Garcia, A. M., Garcia, A., 1995. “**Noise Levels in a Urban Hospital and Workers’ Subjective Reponses**”, *Archives of Environmental Health*, 50(3), pp. 247-251.