

## INTELIGIBILIDADE DA FALA EM SALAS DE AULA MEDIANTE CARACTERÍSTICAS E NÍVEIS SONOROS DIFERENCIADOS

**Oiticica, Maria Lucia G. da R.(1); Bertoli, Stelamaris Rolla(2)**

(1) Doutoranda da Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP – Campinas – SP;  
e-mail: [mloiticica@hotmail.com](mailto:mloiticica@hotmail.com)

(2) Profra. Dra. da Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP – Campinas – SP;  
e-mail: [rolla@fec.unicamp.br](mailto:rolla@fec.unicamp.br)

### RESUMO

A qualidade acústica dos ambientes escolares vem sendo bastante discutida nos últimos anos devido a uma crescente preocupação com estes espaços. Vários trabalhos existentes retratam que a sala de aula encontra-se com níveis de ruídos elevados acima dos recomendados pela norma brasileira que é entre 40 a 50 dB(A), recebendo, portanto, grandes interferências de diversos tipos de ruído e assim comprometendo o nível de inteligibilidade dos seus alunos e não propiciando condições satisfatórias destes ambientes escolares para o desenvolvimento de suas atividades. Procurando observar o som que chega às salas de aula, verifica-se que grande parte deste ruído é proveniente de várias fontes com características diferentes. Portanto, este trabalho teve o objetivo de investigar a inteligibilidade da fala em uma sala de aula mediante características e níveis sonoros diferenciados. Como metodologia, foi selecionada uma sala de aula da Fec-UNICAMP-SP com 09 alunos, onde foi avaliado o nível de compreensão dos alunos com ruídos de diferentes características, tais quais: ruído branco, ruído rosa, ruído com música instrumental e ruído com sons de fala (rádio). Todos estes ruídos foram avaliados em dois momentos com níveis de pressão sonora mais baixa, entre 55 a 58 dB(A), e mais alto com sons em torno de 73 a 77 dB(A). Para utilização do nível de inteligibilidade da fala foram selecionadas listas de palavras comumente aplicadas em logaudiometria encontradas em trabalhos existentes para língua portuguesa, a fim de se obter a melhor aplicabilidade para o objeto de estudo. Observou-se que a inteligibilidade da fala dos alunos sofre interferências fortes à medida que a intensidade sonora é elevada da mesma forma em que as características sonoras são modificadas.

### ABSTRACT

The acoustics quality of the environmental school comes sufficiently being argued in recent years due to an increasing concern with these spaces. Some existing works portray that the classrooms are with levels of high noises above of the recommended ones for the Brazilian Norm that is between 40 and 50 dB(A), by receiving great interferences from diverse types of noise, thus compromising the level of intelligibility of its pupils and as a consequence not promoting satisfactory conditions of these school environments for the development of its activities. Looking for to observe the sound that usually arrives at the classrooms, it is verified that great part of this noise is proceeding from varies sources with different characteristics. Therefore this work had the objective to investigate applied words intelligibility tests by students within a classroom by means of characteristics and differentiated sound levels. The methodology that were used in this research, it were in a classroom of the Fec-UNICAMP-SP, where 09 pupils were selected for test, where the level of understanding of the pupils with noises of different characteristics was evaluated, such which: white noise, pink noise, noise with instrumental musical and noise with sounds of speak (radio). All these noises had been evaluated at two moments with lower sound pressure levels, between 55 and 58 dB(A), and higher with sound around 73 and 77 dB(A). For use of the intelligibility test, it had been selected a lists of words usually

applied in tests of logaudiometry by existing works for Portuguese language in order to get the best applicability for the study object. It was observed that the words intelligibility test of the pupils suffers strong interferences when the sound level intensity was raised in the same way when the sound characteristics were modified.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a qualidade acústica dos espaços destinados à transmissão do conhecimento torna-se uma preocupação crescente uma vez que as salas de aula devem fazer uso de um projeto e construção positiva, a fim de propiciar condições satisfatórias para o desenvolvimento das suas atividades. A presença de níveis elevados de ruído com características complexas, na grande maioria, pode acarretar em prejuízo para seus ocupantes e, assim, podem afetar diretamente o nível de compreensão dos alunos. O som que chega às salas de aula muitas vezes é decorrente de várias fontes e com intensidades diferentes.

Muitos testes para uso da logaudiometria e avaliação da percepção da fala geralmente são utilizados mediante a necessidade de se avaliar sistemas de transmissão de comunicação. Os estudos clássicos demonstram a relação entre a porcentagem de palavras corretas e os níveis de intensidade na apresentação dos estímulos através da função desempenho-intensidade. Segundo Gama, Márcia Regina (2006), os estudos sobre a relação entre a intensidade de apresentação e os tipos de estímulo utilizados na audiometria da fala mostraram que não só a intensidade é importante, mas também o próprio estímulo selecionado e o nível de processamento da percepção da fala que se deseja avaliar.

Segundo Katz, Jack (1999), relata que existem relações bem definidas no que diz respeito à intensidade do sinal da fala e à habilidade do ouvinte em compreender a fala. Os dois fatores mais importantes são: que a fala pode ser detectada em níveis de intensidade mais fracos do que aquele necessário para compreendê-lo e que o grau de compreensão da fala está relacionado à intensidade do sinal e varia de acordo com estímulo da fala (por exemplo, palavras monossílabas ou polissílabas, sentenças etc.). O menor nível no qual a fala pode ser detectada é denominado de limiar de detecção da fala (LDV) ou limiar de percepção da fala (LPF). O reconhecimento ou a compreensão do estímulo da fala não ocorre antes da intensidade de 08 a 09 dB acima do nível de detecção.

Os sons mais importantes traduzidos pela orelha são os que compõem os sons da fala. Os sons da fala são importantes porque a fala é o meio pelo qual a comunicação na linguagem é transmitida. Musiek, Frank E. e al (2001), relata que a importância da relação entre os sinais de fala e a audição foi reconhecida há mais de um século por Oscar Wolf que considerou a fala como a forma mais perfeita para testar o poder da audição, já que a mesma incorpora as nuances mais delicadas de frequência, intensidade e características do som.

No Brasil a preocupação dos pesquisadores é com as questões relacionadas à validade e padronização das listas disponíveis. Inicialmente, buscou-se com este trabalho fazer uma investigação sobre quais eram as listas de palavras mais utilizadas em laboratório e verificar a possibilidade da sua aplicabilidade em salas de aula, podendo assim ser percebida as reais dificuldades existentes no ambiente de estudo. Os testes hoje utilizados, tanto em inglês como em outra língua, foram concebidos entre 1970 a 1990; deste modo, estes testes que foram aperfeiçoados em inglês serviam de base para desenvolvimento de testes em diversos países e línguas. Gama, M.R. (2006), descreve que para serem consideradas listas balanceadas foneticamente elas deveriam obter um índice de correlação próximo de 100%. As listas que apresentam melhor índice de correlação foram as publicadas em Russo e Santos (1993), porém outros trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos com possibilidades de uso para reconhecimento da fala.

Este trabalho teve o objetivo de investigar a inteligibilidade da fala em uma sala de aula mediante características e níveis sonoros diferenciados, tendo como embasamento listas de palavras utilizadas em testes para avaliação da percepção da fala, em especial, os aplicados em logaudiometria desenvolvidos de trabalhos existentes para a língua portuguesa.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em uma sala de aula da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP. Foram escolhidos 9 ouvintes, posicionados em lugares equidistantes da sala, os quais participaram de uma avaliação de nível de compreensão da fala, submetendo-se a ruídos de diferentes características, tais quais: ruído branco, ruído rosa, ruído com música instrumental e ruído com sons de fala (rádio). Todos estes ruídos foram avaliados em dois momentos: com níveis de pressão sonora mais baixo, entre 55 a 58 dB(A) e níveis mais alto com som em torno de 73 a 77 dB(A). Para a avaliação do nível de inteligibilidade da fala foram selecionadas listas de palavras monossilábicas comumente aplicadas em logaudiometria provenientes de trabalhos existentes para língua portuguesa, a fim de se obter a melhor aplicabilidade para este objeto de estudo. A fim de se conhecer as condições da sala em estudo, o tempo de reverberação (TR) foi medido em dois pontos diferentes para obtenção da média do TR nas frequências de 125, 250 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 Hz, utilizando-se o Sistema Building Acoustics da Brüel & Kjær, composto por fonte onidirecional, amplificador e analisador de frequência em tempo real (Investigator 2260).

O ambiente analisado têm as seguintes características:

- Dimensões:
  - 8,84 m (largura) x 7,78 m (profundidade) x 3,30 m (altura);
- Identificação dos materiais existentes:
  - Lousa: 6,05 m x 1,30 m
  - Janelas em vidro: 8,84 m x 2,50 m
  - Porta compensada: 1,60 m x 2,10 m.
- Volume da sala: 226,97 m<sup>3</sup>
- Revestimento da sala
  - Parede: Bloco de concreto pintado, com uma porta de folha dupla em compensado de madeira pintado e 3 vãos de janela em vidro com caixilhos de madeira.
  - Teto: Laje de concreto pintada.
  - Piso: Piso Polivinílico Paviflex tamanho 30x30cm.

### 2.1 Procedimento Experimental

Para a aplicação do teste de inteligibilidade, os ouvintes foram distribuídos em posições conforme a Figura 1, ocupando as três regiões da sala (frente, meio e fundo). Na frente, ficaram os ouvintes 1, 3, e 5; no meio, os ouvintes 4, 6 e 7 e no fundo, os ouvintes 2, 8 e 9. O orador (O) e a fonte de ruído (F) aparecem também na Figura 1.

O teste de inteligibilidade consiste na leitura da lista de palavras e contagem do número de acertos observados pelos ouvintes em teste. Escolheram-se nove situações diferentes de ruído de fundo para a leitura das listas de palavras: o ruído de fundo foi feita em 9 situações distintas: (1) Ruído de fundo (43dB(A)), (2) Ruído Branco (57dB(A)), (3) Ruído Branco (75dB(A)), (4) Ruído Rosa (73dB(A)), (5) Ruído Rosa (57 dB(A)), (6) Música Instrumental (55 a 58dB(A)), (7) Música Instrumental (73 a 75 dB(A)), (8) Fala (radio - 57dB(A)) e (9) Fala (radio - 77dB(A)). O orador fez a leitura das palavras sempre no mesmo nível de voz (62 dBA) e de costas para os ouvintes para que eles não pudessem fazer leitura labial.

Para caracterizar a condição acústica da sala de aula, foram medidos os níveis de pressão sonora e o tempo de reverberação da sala com os ouvintes nas posições dos testes.

			(F)	(O)			
					(3)		
			(5)				(1)
	(7)						
			(6)				
					(4)		
(9)							
							(2)
	(8)						

**Figura 1 – Planta esquemática da sala de aula. Localização da fonte sonora (F); localização do orador (O) e localização dos ouvintes: frente (1, 3 e 5), meio ( 4, 6 e 7) e fundo da sala (2, 8 e 9).**

### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nessa sessão são apresentados e analisados os dados sobre as condições acústicas da sala (nível de pressão sonora e tempo de reverberação) e os resultados dos testes de inteligibilidade da fala.

#### 3.1 Análise das condições acústicas da sala de aula: tempo de Reverberação, curvas NC e ruído de fundo

O nível de pressão sonora relativo ao ruído de fundo da sala de aula sem fonte e o tempo de reverberação em função da frequência em banda de 1/1 oitava entre 125 e 8000 Hz foram medidos e os resultados apresentados na tabela 1. Nessa tabela 1 também aparecem os valores do nível de pressão equivalente em dB(A) e o valor de NC calculado com base no espectro.

Segundo a norma NBR 10152, para salas de aula, a faixa de valores recomendados para o nível de pressão sonora equivalente em dB(A) e o valor NC são entre 40 a 50 dB(A) e entre 30 e 40, respectivamente. Na literatura, o tempo de reverberação indicado para salas de aula fica entre 0,4 a 0,6 s. Baseado nesses valores de referência são feitas as seguintes conclusões sobre o ambiente estudado:

- O tempo de reverberação encontra-se muito acima do desejado em todas as frequências;
- As curvas de critério de ruído estão dentro dos limites estabelecidos;
- O ruído de fundo da sala de aula atingiu níveis satisfatórios de ruído em todas as frequências.

**Tabela 1 – Medições realizadas: tempo de reverberação da sala (TR) e Leq(dB(A))**

<b>Hz</b>	<b>Leq dB(A) 1º Medição</b>	<b>Leq dB(A) 2º Medição</b>	<b>Média TR(s)</b>
<b>125</b>	53,6	48,9	2,01
<b>250</b>	40,3	37,8	1,89
<b>500</b>	32,9	32,4	1,28
<b>1000</b>	31,0	34,9	0,97
<b>2000</b>	25,7	29	0,88
<b>4000</b>	23,0	23,4	0,89
<b>8000</b>	14,1	15,7	0,76
<b>A</b>	40,7	37,2	-
<b>NC</b>	35	30	-

### **3.2 Análise da inteligibilidade da fala dos alunos mediante as diferentes características sonoras**

Os dados da tabela 2 retratam a porcentagem do número de palavras certas por ouvinte considerando os diferentes tipos de ruído em dois níveis sonoros: um nível mais baixo entre 55 a 58 dB(A) e o outro mais alto entre 73 a 77 dB(A).

Nessa primeira etapa procurou-se analisar o comportamento da inteligibilidade dos alunos mediante as características sonoras diferenciadas, a fim de se observar quais dos tipos de sons que podem comprometer mais a compreensão dos alunos em ambientes escolares, uma vez que no dia a dia estas diversas características estão presentes dentro das salas de aula.

- Os níveis de ruído alto, entre 73 a 77 dB(A), os valores encontrados de inteligibilidade foram abaixo dos desejados para ambientes escolares (90%), onde houve uma variação significativa em relação a encontrada anteriormente com ruído baixo, na seguinte ordem: ruído da fala (44,4%), ruído rosa (29,8%), musica instrumental (17,1%) e finalmente o ruído branco (14,7%);
- Considerando-se ambientes de salas de aula com no mínimo 70% de inteligibilidade pode-se dizer, de acordo com esta pesquisa, que os tipos de ruídos rosa, branco e instrumental podem satisfazer estes ambientes se os mesmos estiverem em níveis de pressão sonora baixo - entre 55 a 58 dB(A);
- Nesta investigação, ambientes com o tipo de ruído da fala não atingiram índices de inteligibilidade satisfatórios, nem com níveis sonoros baixos nem altos, registrando apenas 55% a 44% de inteligibilidade. Isto enfatiza as controvérsias das listas de palavras e os cuidados que se deve ter nos espaços escolares com a oratória dos professores para atingir melhores desempenhos dos alunos.

**Tabela 2 – Inteligibilidade da fala mediante características sonoras e níveis sonoros diferenciados: porcentagem de número de acertos por ouvinte**

No. do TESTE	Tipo de RUÍDO	Inteligibilidade da fala (% de acertos)										
		Ouv. 1	Ouv. 2	Ouv. 3	Ouv. 4	Ouv. 5	Ouv. 6	Ouv. 7	Ouv. 8	Ouv. 9	MÉDIA	D. Pad
1	Ruído de fundo 43dBA	76	72	84	72	72	76	84	92	76	78,2	7,0
2	Ruído Branco 57dBA	92	68	88	64	84	84	76	96	84	81,8	10,6
3	Ruído Branco 75dBA	36	16	16	0	20	4	16	20	4	14,7	11,0
4	Ruído Rosa 73dBA	28	40	40	24	24	24	36	32	20	29,8	7,5
5	Ruído Rosa 57 dBA	84	68	84	72	72	68	80	80	60	74,2	8,3
6	Musica Instrumental 55 a 58dBA	64	80	76	64	80	64	64	84	80	72,9	8,7
7	Musica Instrumental 73 a 75 dBA	8	16	42	4	28	8	20	20	8	17,1	12,1
8	Fala (radio) 57dBA	52	64	68	40	68	32	52	60	60	55,1	12,5
9	Fala (radio) 77dBA	48	36	44	44	52	36	64	52	24	44,4	11,6

### 3.3 Análise da inteligibilidade da fala dos alunos mediante os diferentes níveis sonoros com ouvintes reagrupados de acordo com a distância da fonte (frente, meio e fundo da sala)

As tabelas 3 e 4 mostram os mesmos valores encontrados na tabela 2; porém, para melhor compreensão e análise dos dados coletados, esta tabela foi reorganizada e dividida em dois blocos quanto aos níveis sonoros, isto é, níveis mais baixos entre 55 a 58 dB(A) e mais altos entre 73 a 77 dB(A).

De acordo com as tabelas abaixo (3 e 4), se pode observar:

- Em todos os momentos, à medida que o nível de ruído foi alterado passando de 55 dB(A) para 73 dB(A) a inteligibilidade foi reduzida;
- O ouvinte 8 obteve valores de inteligibilidade acima da média em todos os níveis de ruído, mesmo que sua localização seja a mais distante da fonte, fato este só ocorrido com o ouvinte 3 que se encontrava mais próximo à fonte;
- Observou-se que, se fosse feita a média dos pontos reagrupados por distância da fonte, as menores inteligibilidades encontrar-se-iam nos pontos localizados no meio da sala, exceto o ruído rosa com baixo nível de ruído e ruído da fala com o nível de ruído mais alto que este obteve sua pior situação

na parte posterior da sala;

- Observou-se que quanto mais próximo da fonte o ouvinte, independente do tipo de ruído, melhor a inteligibilidade.

**Tabela 3 – Inteligibilidade da fala dos alunos mediante níveis sonoros baixos com ouvintes reagrupados de acordo com a distância da fonte: frente (ouvintes 1,3 e 5), meio (ouvintes 4,6 e 7) e final da sala (ouvintes 2,8 e 9)**

No. do TESTE	Tipo de RUIDO	Inteligibilidade da fala (% de acertos)										MÉDIA	D. Pad
		Ouv. 1	Ouv. 3	Ouv. 5	Ouv. 4	Ouv. 6	Ouv. 7	Ouv. 2	Ouv. 8	Ouv. 9			
1	Ruído de fundo 43dBA	76	84	72	72	76	84	72	92	76	78,2	7,0	
2	Ruído Branco 57dBA	92	88	84	64	84	76	68	96	84	81,8	10,6	
5	Ruído Rosa 57 dBA	84	84	72	72	68	80	68	80	60	74,2	8,3	
6	Musica Instrumental 55 a 58dBA	64	76	80	64	64	64	80	84	80	72,9	8,7	
8	Fala (radio) 57dBA	52	68	68	40	32	52	64	60	60	55,1	12,5	

**Tabela 4 – Inteligibilidade da fala dos alunos mediante níveis sonoros altos com ouvintes reagrupados de acordo com a distância da fonte: frente (ouvintes 1,3 e 5), meio (ouvintes 4,6 e 7) e final da sala (ouvintes 2,8 e 9)**

No. do TESTE	Tipo de RUIDO	Inteligibilidade da fala (% de acertos)										MÉDIA	D. Pad
		Ouv. 1	Ouv. 3	Ouv. 5	Ouv. 4	Ouv. 6	Ouv. 7	Ouv. 2	Ouv. 8	Ouv. 9			
3	Ruído Branco 75dBA	36	16	20	0	4	16	16	20	4	14,7	11,0	
4	Ruído Rosa 73dBA	28	40	24	24	24	36	40	32	20	29,8	7,5	
7	Musica Instrumental 73 a 75 dBA	8	42	28	4	8	20	16	20	8	17,1	12,1	
8	Fala (radio) 77dBA	48	44	52	44	36	64	36	52	24	44,4	11,60	

#### 4. CONCLUSÕES

Através dos resultados encontrados, fica claro que a alteração do nível de ruído no interior das salas prejudica fortemente a inteligibilidade da fala. Destaca-se também que o tipo de ruído tem influências diferenciadas na inteligibilidade da fala. Observa-se que a influência do posicionamento do ouvinte na inteligibilidade da fala depende do tipo e nível do ruído de fundo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRÜEL & KJÆR. Disponível em: <<http://www.bk.dk>>. Acesso em: 06 junho 2006.

MUSIEK, FRANK E.; RINTELMANN, WILLIAM F. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Ed. Monole, 2001. 522p.

GAMA, M.R. *Revisão da Literatura: Teste de Avaliação da Percepção da fala em Logaudiometria*. Revista Fonoaudiologia Brasil. 2006; 4(1): 3-3

GAMA, M.R. *Desenvolvimento e estudo comparativo de listas de palavras para uso na medida do limiar de reconhecimento da fala em crianças de 5 a 7 anos de idade*. São Paulo, 2004, 207p. Tese (Doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

KATZ, JACK, *Tratado de Audiologia Clínica*. São Paulo: Editora Manole, 1999. 832p.

RUSSO, I.C.O.; SANTOS, T. M. M. *A Prática da audiologia clínica*. São Paulo: Cortez, 1993.