

## Limiares de reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre: valores de referência para adultos normo-ouvintes

Marília Oliveira Henriques<sup>1</sup>, Elisiane Crestani De Miranda<sup>2</sup>, Maristela Julio Costa<sup>3</sup>

## Speech recognition thresholds in noisy areas: Reference values for normal hearing adults

Palavras-chave: audiologia, ruído, testes de discriminação de fala.

Keywords: audiology, noise, tests of speech discrimination.

### Resumo / Summary

Nas clínicas de audiologia, as queixas de dificuldade de compreensão da fala em ambientes ruidosos são frequentes, mesmo para indivíduos normo-ouvintes. Assim, o audiologista deve não só identificar uma perda auditiva, mas também analisar a compreensão da fala, em condições de comunicação próximas às encontradas no cotidiano. **Objetivo:** Determinar o valor de referência para os limiares de reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre, para indivíduos adultos normo-ouvintes. **Material e Método:** O experimento foi realizado nos anos de 2005 e 2006. Participaram da pesquisa 150 indivíduos adultos normo-ouvintes, com idade entre 18 e 64 anos, avaliados em cabine acusticamente tratada. Realizou-se a avaliação a partir da aplicação do teste Listas de Sentenças em Português. As listas de sentenças foram apresentadas em campo livre, na presença de um ruído competitivo, na intensidade fixa de 65 dB A. O ângulo de incidência de ambos os estímulos foi de 0°-0° azimuth. **Resultados e Conclusão:** Os limiares de reconhecimento de sentenças em campo-livre foram obtidos na relação sinal-ruído de -8,14 dB A, sendo este o valor de referência para indivíduos normo-ouvintes.

In audiology clinics, complaints about difficulties in speech recognition in noise environments are frequent, even for normal-hearing individuals. Thus, the audiologist must not only identify a hearing loss, but also analyze speech recognition, under noisy conditions similar to those found in our daily lives. **Aim:** Determine the reference value for the recognition of phrases under noisy conditions, in the free field, for adult normal hearing patients. **Materials and Methods:** This study was carried out in 2005 and 2006. We had 150 adult normal hearing individuals participating, with ages between 18 and 64 years, assessed in a sound-proof booth. The evaluation was based on lists of phrases in Portuguese. The phrases lists were presented in the free field, in the presence of a competitive noise, at the fixed intensity of 65 dB H. The incidence angle of both stimuli was 0°-0° azimuth. **Results and Conclusion:** The phrases recognition thresholds in the free fields were obtained in the signal to noise ratio of -8.14 dB H, which is the reference value for normal hearing individuals.

<sup>1</sup> Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana, Fonoaudióloga.

<sup>2</sup> Especialista em Fonoaudiologia, Fonoaudióloga.

<sup>3</sup> Doutora em Ciências dos Distúrbios Da Comunicação Humana - Campo Fonoaudiológico, Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia Da Universidade Federal De Santa Maria.

Endereço para correspondência: Rua São Manoel 12 Bairro Planalto Vacaria RS 95200-000.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 21 de janeiro de 2007. cod.3616.

Artigo aceito em 01 de maio de 2007.

---

## INTRODUÇÃO

---

Para haver um processo de comunicação eficiente são necessários três elementos: emissor, mensagem e ouvinte. No entanto, a compreensão da mensagem é, muitas vezes, prejudicada pela presença de ruído competitivo.

Não obstante, nas clínicas de audiologia, cada vez se tornam mais frequentes as queixas de dificuldade de compreensão da fala em ambientes ruidosos, mesmo para indivíduos considerados audiológicamente normais, do ponto de vista quantitativo. Por esse motivo, analisar a relação entre os limiares audiométricos e a capacidade de reconhecer os estímulos de fala vem se tornando fundamental no processo de avaliação audiológica.

Para poder dimensionar a dificuldade auditiva do paciente avaliado, o audiologista precisa lançar mão de uma bateria de testes que não só deverão propiciar a identificação de uma perda auditiva, mas também uma análise da compreensão dos estímulos auditivos, inclusive a fala, em situação clínica e principalmente em condições de comunicação próximas às encontradas no cotidiano.

Apesar da crescente preocupação com esta realidade nos últimos anos, o interesse em compreender e solucionar problemas que envolvem a inteligibilidade da fala, em especial no ruído, iniciou há várias décadas. Já durante a II Guerra Mundial surgiram os primeiros testes com esta finalidade, com a criação de programas de reabilitação para soldados que voltavam da guerra com distúrbios de audição. Em 1956 alguns pesquisadores<sup>1</sup> referiram que uma das principais limitações dos testes que utilizam o tom puro como estímulo é o fato de estes não possibilitarem a avaliação da audição social do indivíduo. Com isso, enfatizaram a necessidade do uso de testes com estímulos de fala para tal finalidade.

Desde então, em diferentes países, estes testes vêm sendo desenvolvidos, estudados e aprimorados para utilização na rotina clínica. Alguns deles utilizam palavras mono ou dissilábicas como estímulo. No entanto, o emprego de sentenças é uma opção importante, tendo em vista que constituem a forma de avaliação que mais se aproxima das situações reais de comunicação. Alguns autores<sup>2-7</sup>, além de utilizarem as sentenças como estímulo, desenvolveram juntamente com o material de fala o ruído equivalente para avaliar o reconhecimento de sentenças no silêncio e também diante de um ruído competitivo. No Brasil, o teste Listas de Sentenças em Português (LSP)<sup>8</sup> foi o pioneiro elaborado para este fim.

Diferentes estratégias de aplicação são sugeridas para estes testes. Uma delas é a apresentação dos estímulos de fala e ruído em campo livre, por simular condições semelhantes às quais estes estímulos são encontrados durante situações reais de comunicação.

Assim, a partir destas considerações e sabendo que, ao tratar dos distúrbios de audição, é necessário,

primeiramente, estabelecer valores de referência obtidos em indivíduos audiológicamente normais, para poder compreender as dificuldades encontradas por pessoas que apresentam queixas auditivas, foi elaborada a seguinte pesquisa, cujo objetivo foi determinar o valor de referência para os limiares de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR), em campo livre, para indivíduos adultos normo-ouvintes.

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

O presente estudo foi desenvolvido nos anos de 2005 e 2006, após registro no Gabinete de Projetos da instituição onde foi realizado sob número 018269 e aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa, protocolo número 051/2005.

As medidas foram obtidas em cabine tratada acusticamente, com um audiômetro digital de dois canais, marca Fonix, modelo FA-12, tipo I; fones auriculares tipo TDH-39 P, marca Telephonics e um sistema de amplificação para audiometria em campo livre. As sentenças e o ruído foram apresentados através de um Compact Disc (CD) Player digital da marca Toshiba, modelo 4149, acoplado ao audiômetro acima descrito.

Os procedimentos realizados foram os seguintes:

### Seleção do grupo experimental

Participaram da pesquisa somente os indivíduos que concordaram com a realização dos procedimentos necessários para a execução da pesquisa e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após receberem maiores informações sobre o objetivo e a metodologia do estudo proposto.

Os critérios de inclusão adotados foram: idade entre 18 e 64 anos e limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade<sup>9</sup>.

Foram observados como critérios de exclusão a presença de alterações neurológicas, articulatórias e/ou de fluência verbal; a presença de rolha de cerúmen ou de outras alterações no meato acústico externo capazes de alterar o desempenho no teste; ausência de resposta ao teste Listas de Sentenças em Português<sup>8</sup> e dificuldade para memorizar as sentenças. Também foram excluídos indivíduos normo-ouvintes que referiram não ouvir/compreender adequadamente ou presença de zumbido.

No total, 150 indivíduos foram selecionados, sendo 70 do sexo masculino e 80 do sexo feminino.

### Avaliação audiológica

Inicialmente, foi realizada a anamnese por meio de um questionário constituído por questões fechadas, as quais forneceram informações referentes a dados pessoais, nível de escolaridade, profissão, hábitos de vida diária, história otológica e queixas auditivas dos sujeitos estudados. Estas informações foram levantadas para dar

suporte à avaliadora durante o exame e para pesquisar possíveis critérios de exclusão, sem finalidade de análise posterior.

A seguir, realizou-se a inspeção visual do meato acústico externo com o objetivo de excluir da amostra indivíduos que apresentassem alterações capazes de interferir nos resultados das avaliações propostas.

Após, os pacientes foram submetidos à avaliação audiológica básica, composta por: audiometria tonal liminar por via aérea nas frequências de 250 a 8.000 Hz e por via óssea nas frequências de 500 a 4.000 Hz; pesquisa do limiar de reconhecimento de fala, com palavras dissilábicas que, conforme a referência consultada<sup>10</sup>, devem ser utilizadas para obtenção do limiar por proporcionarem resultados mais precisos, e pesquisa do índice percentual de reconhecimento de fala. Ambos os testes logaudiométricos foram apresentados em fones, a viva-voz.

### **Obtenção dos limiares de reconhecimento de sentenças (LRSR)**

Após serem submetidos à avaliação audiológica básica, os indivíduos selecionados foram avaliados para a obtenção dos limiares de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR), em campo livre, de forma binaural.

Para esta finalidade, foi aplicado o teste Listas de Sentenças em Português/LSP<sup>8</sup>, o qual é constituído por uma lista de 25 sentenças em Português brasileiro, denominada Lista 1A<sup>11</sup>, sete listas com 10 sentenças cada uma, denominadas 1B a 7B<sup>12</sup> e um ruído com espectro de fala<sup>13</sup>. As sentenças e o ruído, gravados em CD, em canais independentes, foram apresentados através de um CD Player acoplado ao audiômetro.

A aplicação do teste em campo livre foi realizada em ambiente acusticamente tratado, com o indivíduo posicionado a 1m da fonte sonora, na condição 0° - 0° azimuth, ou seja, à frente do indivíduo, sem deslocamentos no plano horizontal ou vertical<sup>14</sup>, por ser esta a condição que mais se aproxima de situações comunicativas do cotidiano<sup>15</sup>.

Para responder ao teste, o indivíduo deveria repetir cada sentença da maneira que compreendeu, logo após a apresentação da mesma.

Foram utilizadas diferentes listas, uma para cada condição de teste, a fim de eliminar a possibilidade de melhor desempenho devido à memorização das sentenças. O uso de listas diferentes não foi considerado como uma variável, pois as listas aplicadas nesta pesquisa são equivalentes entre si<sup>12-16</sup>.

Apesar de o equipamento ter sido previamente calibrado conforme as normas técnicas, os estímulos de fala e de ruído foram monitorados durante toda a pesquisa. Para isto, foi usado um medidor digital do nível de pressão sonora (NPS), marca Radio Shack, para determinar e garantir sempre as mesmas condições acústicas no campo livre para todos os pacientes avaliados.

Para a calibração dos estímulos em campo livre foi selecionada a escala A do medidor do NPS, com respostas rápidas, que é a mais utilizada na mensuração de ruídos contínuos e para determinar valores extremos de ruídos intermitentes, além de ser a escala usada pela maioria dos pesquisadores nesta área<sup>3,5,15,17-19</sup>.

A fim de obter os níveis de intensidade encontrados em campo livre, foi utilizada a seguinte estratégia, já aplicada em pesquisas anteriores<sup>20-21</sup>:

- Calibração do ruído: ajustou-se o VU meter do audiômetro na posição 0 e foi mensurado o NPS do ruído em campo livre na escala A do medidor do NPS. Foi observada uma diferença de 20 dB entre a intensidade registrada no dial do equipamento e a medida no campo sonoro. Esta diferença foi acrescentada à intensidade apresentada no dial do equipamento determinando, assim, a intensidade de apresentação do ruído em campo livre.

- Calibração das sentenças: Considerando que o ruído é contínuo, a partir da sua intensidade, foi estabelecida a intensidade de apresentação das sentenças. Estudos prévios<sup>22-23</sup> observaram que as sentenças foram gravadas no CD em uma intensidade média 7 dB abaixo da intensidade do ruído. Mantendo esta diferença e sabendo que, em campo livre, a intensidade do ruído foi de 20 dB acima do valor indicado no dial do equipamento, a intensidade de apresentação das sentenças foi de 13 dB acima da apontada no dial. Para estas medidas, o VU meter do audiômetro foi colocado na posição 0 (zero).

Por exemplo: quando no dial do equipamento foi observado o valor de 45 dB para o canal do ruído, este foi apresentado em campo livre em uma intensidade real de 65 dB A. Quando foi observado o valor de 45 dB no dial do equipamento para o canal da fala, as sentenças foram apresentadas, em campo livre, na intensidade real de 58 dB A, resultando em uma relação S/R de -7 dB.

Na avaliação dos indivíduos, inicialmente, foi realizado um treinamento para familiarização do indivíduo com o teste. Para isso, foram apresentadas as sentenças de 1 a 10 da lista 1A, sem a presença de ruído competitivo. Para possibilitar que os indivíduos avaliados tivessem condições de acertar a primeira sentença de cada lista e, assim, compreender a dinâmica do teste, a intensidade inicial de apresentação das sentenças no silêncio, para a lista de treinamento, foi de 20 dBNA acima do limiar de reconhecimento de fala da melhor orelha.

A seguir, foram apresentadas as sentenças de 11 a 20 da lista 1A, com presença de ruído competitivo. Neste caso, a intensidade inicial de apresentação da lista foi 63 dB A e a do ruído de 65 dB A, o que garante uma relação S/R inicial de -2.

Para determinar o limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR) dos indivíduos foi apresentada a lista 1B, com presença de ruído competitivo.

Assim como na etapa de familiarização com o teste, a relação S/R inicial para apresentação da lista foi de -2.

A estratégia utilizada para pesquisar o LRSR foi a sequencial ou adaptativa, ou ainda ascendente-descendente, proposta por LEVIT & RABINER (1967). Esta permite nível necessário para o indivíduo identificar, de forma correta, aproximadamente 50% dos estímulos de fala apresentados em uma determinada relação S/R. Embora a sugestão desses autores seja a utilização de intervalos de 4 dB até a primeira mudança no tipo de resposta e, posteriormente, os intervalos de apresentação dos estímulos sejam de 2 dB entre si até o final da lista, devido às possibilidades técnicas do equipamento disponível para a realização desta pesquisa, foram utilizados intervalos de apresentação das sentenças de 5 dB e 2,5 dB, respectivamente.

Neste procedimento, foi apresentado um estímulo em uma determinada relação S/R. Se o indivíduo fosse capaz de reconhecer corretamente o estímulo de fala apresentado, a intensidade do mesmo era diminuída em intervalos pré-estabelecidos, caso contrário, a intensidade era aumentada. Este procedimento foi repetido até o final da lista.

Para obtenção dos limiares de reconhecimento no silêncio (LRSS), utilizados para fins de treinamento, os níveis de apresentação das sentenças foram anotados, para depois ser calculada uma média a partir dos valores onde houve mudança no tipo de resposta. É importante salientar que os resultados obtidos a partir do treinamento dos indivíduos não foram considerados na análise estatística.

Na obtenção dos LRSR o procedimento foi o mesmo, no entanto, o valor obtido foi subtraído do nível do ruído apresentado (65 dB A), obtendo-se assim a relação S/R, na qual o indivíduo foi capaz de reconhecer em torno de 50% dos estímulos apresentados.

### Análise Estatística

A fim de apresentar um estudo resumido dos resultados obtidos neste trabalho, tomou-se como base para descrição dos dados, o cálculo das médias aritméticas, dos desvios-padrão e dos pontos máximo e mínimo procedentes da pesquisa dos LRSR.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a análise estatística descritiva para os dados da pesquisa dos limiares de reconhecimento de sentenças no ruído para os 150 indivíduos normo-ouvintes avaliados.

**Tabela 1.** Análise estatística descritiva dos limiares de reconhecimento de sentenças no ruído para indivíduos normo-ouvintes.

N	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO PADRÃO
150	-8,14	-4,77	-13,07	1,69

## DISCUSSÃO

Conforme podemos verificar, a relação S/R média na qual foi obtido o LRSR para os sujeitos avaliados foi de -8,14 dB A.

Na literatura compulsada foram encontrados, em estudos similares, os valores apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1.** LRSR obtidos em normo-ouvintes, segundo os autores consultados.

AUTOR	LRSR (dBA)
Bronkhorst & Plomp15	-6,4
Gelfand et al.24	-2
Nilsson et al.19	-2,60
Costa et al.11	-10,33
Kramer et al.25	-12
Ribeiro26	-6
Pagnossim et al.27	-6,71
Miranda& Costa20	-8,72
Henriques& Costa21	-7,56
Henriques28	-7,57

Nota-se que os resultados obtidos por estes pesquisadores variam bastante entre si, sendo difícil chegar a um consenso único e estabelecer um valor padrão, ainda que a maioria das pesquisas preserve uma metodologia semelhante. Esta variação justifica-se por uma série de aspectos que podem interferir nestas medidas e que devem ser considerados, a fim de que a interpretação dos achados possa ser realizada de forma mais fidedigna.

Inicialmente, pode-se citar as variáveis encontradas em testes de fala realizados em campo livre, tais como: tamanho da sala, condições acústicas, existência ou não de superfície refletora, nível de reverberação, calibração e até mesmo, o número de pessoas dentro do ambiente de teste.

Salienta-se ainda o fato de alguns testes terem sido desenvolvidos em diferentes línguas, assim, fatores lingüísticos, experiências de linguagem e domínio da língua, podem influenciar os resultados<sup>29</sup>.

Assim, os valores apresentados servem como referência para estudos realizados que observarem as mesmas condições de teste. No entanto, sugere-se que cada audiologista estabeleça seus próprios parâmetros, levando em consideração a situação em que será realizada a avaliação de seus pacientes.

É importante observar que valor de -8,14 dB A difere daquele considerado referência para a avaliação com fones auriculares<sup>16</sup>, que é de -5,29 dB. Isto se deve ao fato de que, embora o teste e sua estratégia de aplicação sejam as mesmas, a apresentação em campo-livre sofre

influência das condições acústicas do local de avaliação, as quais são totalmente eliminadas quando os estímulos são apresentados através dos fones. Desta forma, o profissional que aplicar o teste não deverá comparar valores obtidos através de fones a dados coletados em campo livre e vice-versa, a fim de evitar equívocos no fechamento de suas avaliações.

## CONCLUSÃO

A análise crítica dos dados apresentados permitiu concluir que o valor de referência para os limiares de reconhecimento de sentenças no ruído, utilizando o teste LSP, em campo-livre, em indivíduos adultos normo-ouvintes é -8,14 dBA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silverman SR, Hirsh IJ Problems related to the use of speech in clinical audiometry. *Ann Otol Rhin Laryng* 1956;64:1234-44.
2. Kalikow DN, Stevens, KN, Elliot II Development of a test speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J Acoust Soc Am* 1977;61:1337-51.
3. Plomp R, Mimpen AM Speech-reception threshold for sentences as a function of age and noise level. *J Acoust Soc Am* 1979; 66 (5):1333-42.
4. Hagerman B. Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scand Audiol* 1982;11:8-87.
5. Nilsson MJ, Soli SD, Sullivan, J. Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception threshold in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am* 1994;95:1085-99.
6. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *J Acoust Soc Am* 1997;102(4):2412-21.
7. Wagerer KC. Factors influencing sentence intelligibility in noise. *Bibliotheks- und Information System der Universität Oldenburg*, 2004.
8. Costa MJ. Listas de Sentenças em Português: Apresentação & Estratégias de Aplicação na Audiologia. Santa Maria: Pallotti, 1998.
9. Davis H, Silverman RS. Hearing and deafness. New York: Holt, Rinehart & Winston; 1970.
10. Mangabeira-Albernaz PL. Logaudiometria. In: Pereira LD, Schochat E. Processamento auditivo central. Manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997, 37-42.
11. Costa MJ, Iorio MCM, Mangabeira-Albernaz PL. Reconhecimento de fala: desenvolvimento de uma lista de sentenças em português. *Acta Awho* 1997;16(4):164-73.
12. Costa MJ. Desenvolvimento de listas de sentenças em português. 1997. [Tese de doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina; 1997.
13. Costa MJ, Iorio MCM, Mangabeira, Albernaz PL, Cabral Jr. EF, Magni AB. Desenvolvimento de um ruído com espectro de fala. *Acta Awho* 1998;17(2):84-9.
14. Jonge R de. Selecting and verifying hearing aid fittings for symmetrical hearing loss. In: Valente M. Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings. New York: Theme Medicals Publishers, Inc.; 1994. p. 180-206.
15. Bronkhorst AW, Plomp, RA. Clinical test for the assessment of binaural speech perception in noise. *Audiology* 1990;29:275-85.
16. Daniel RC. Limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em adultos jovens normo-ouvintes: valores de referência [Dissertação de Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2004.
17. Wezl-Muller K, Sattler K. Signal-to-noise threshold with and without hearing aid. *Scand Audiol* 1984;13(4):283-6.
18. Festen JM, Plomp R. Effects of fluctuating noise and interfering speech on the speech-reception threshold for impaired and normal hearing. *J Acoust Soc Am* 1990;4:1725-36.
19. Nilsson MJ, Soli SD, Sumida A. A definition of normal binaural sentence recognition. *House Ear Institute* 1995;1-9.
20. Miranda EC, Costa MJ. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído de indivíduos jovens adultos normo-ouvintes em campo livre. *Rev Fonoatual* 53(8):4-12.
21. Henriques MO, Costa MJ. Limiares de reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre, com ruído incidente de diferentes ângulos. *Rev Fonoatual* 2006 (no prelo).
22. Soncini F. Correlação entre limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio e limiares tonais. *Rev Bras ORL* 2000;69(5):672-7.
23. Cóser PL, Costa MJ, Cóser MJ, Fukuda Y. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em portadores de perda auditiva induzida pelo ruído. *Rev Bras ORL* 2001;66(4):362-70.
24. Gelfand SA, Ross L, Miller S. Sentence reception in noise from one versus two sources: effects of aging and hearing loss. *J Acoust Soc Am* 1988;83(1):248-56.
25. Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Kuik DJ. Assessing aspects of auditory handicap by means of pupil dilatation. *Audiology* 1997;3:55-64.
26. Ribeiro AF. Adaptação dos resultados das listas de sentenças com ruído e seus benefícios na prática clínica. [Monografia Especialização]. Goiânia: Centro de Especialização e Fonoaudiologia Clínica - CEFAC; 1999.
27. Pagnossim DF, Iorio MCM, Costa MJ. Reconhecimento de sentenças em campo livre em indivíduos portadores de perda auditiva neurosensorial. *Rev Bras Fonoaudiologia* 2001;7:153-59.
28. Henriques MO. Limiares e índices percentuais de reconhecimento de sentenças no ruído, em campo livre, para indivíduos adultos. Dissertação de Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2006.
29. Wilson RH, Strouse AL. Audiometria com estímulos de fala. In: Musiek FE, Rintelmann NF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. São Paulo: Manole; 2001.