

Percepção de fala dos deficientes auditivos usando aparelho de amplificação com algoritmo de redução de ruído

Speech perception of hearing impaired people using a hearing aid with noise suppression algorithms

Jerusa Roberta Massola de Oliveira ¹, Eymar Sampaio Lopes ², Alceu Ferreira Alves ³

Palavras-chave: percepção da fala, perda auditiva, ruído.
Keywords: hearing loss, noise, speech perception.

Resumo / Summary

Frequentemente, os indivíduos com perda auditiva têm dificuldade de entender a fala no ambiente ruidoso. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar clinicamente o desempenho dos indivíduos adultos com deficiência auditiva neurossensorial, com relação à percepção da fala, utilizando o aparelho de amplificação sonora individual digital com o algoritmo de redução de ruído denominado Speech Sensitive Processing, ativado e desativado na presença de um ruído. **Material e Método:** Este estudo de casos foi realizado em 32 indivíduos com deficiência auditiva neurossensorial de grau leve, moderado ou leve a moderado. Foi realizada a avaliação por meio de um teste de percepção de fala, onde se pesquisou o reconhecimento de sentenças na presença de um ruído, para obter a relação sinal/ruído, utilizando o aparelho auditivo digital. **Resultados:** O algoritmo pôde proporcionar benefício para a maioria dos indivíduos deficientes auditivos, na pesquisa da relação sinal/ruído e os resultados apontaram diferença estatisticamente significativa na condição em que o algoritmo encontrava-se ativado, comparado quando o algoritmo não se encontrava ativado. **Conclusão:** O uso do algoritmo de redução de ruído deve ser pensado como alternativa clínica, pois observamos a eficácia desse sistema na redução do ruído, melhorando a percepção da fala.

Often, individuals with hearing loss have difficulties understanding speech in noisy environments. **Aim:** It was the aim of this study to assess the performance of adult individuals with sensorineural hearing loss, associated with speech perception using digital hearing aids with a sound reduction algorithm called Speech Sensitive Processing, on and off, in the presence of noise. **Materials and Methods:** This case study was performed with 32 individuals with sensorineural hearing loss of mild, moderate or mild to moderate level. Our evaluation involved a speech perception test, where we investigated the recognition of sentences in noise, in order to get a signal/noise ratio, with a digital hearing aid. **Result Description:** The algorithm provided a benefit for most hearing impaired individuals, in the investigation of signal/noise ratio and the results pointed to a statistically significant difference when the algorithm was on, compared to when the algorithm was off. **Conclusion:** The use of a sound reduction algorithm must be considered as a clinical alternative - since we observed an efficacy in noise reduction and heightened speech perception.

¹ Mestre, Fonoaudióloga.

² Professor titular em saúde coletiva da Universidade de São Paulo aposentado.

³ Doutor em energia da agricultura, professor assistente do departamento de engenharia elétrica da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho.

Divisão de Saúde Auditiva do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais - USP.

Endereço para correspondência: Jerusa Roberta Massola de Oliveira - Rua José Lúcio de Carvalho 770

Tel.: (0xx14) 3621-7102 - (0xx14) 8146-3092 - E-mail: jemassola@hotmail.com

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 4/12/2008. cod. 6166.

Artigo aceito em 22/9/2009 15:06:23

INTRODUÇÃO

Para compreender a fala é necessária a integridade anatomofuncional do sistema auditivo periférico e central, bem como uma situação de comunicação acusticamente adequada. Entretanto, a maioria das situações de comunicação é caracterizada pela presença de ruído, pois reduz a probabilidade das informações acústicas necessárias estarem disponíveis. Sobre o ruído, Agnew¹ discorre que esse termo é genérico, abrangendo várias situações que representam diferentes problemas para a compreensão da fala, uma vez que o tipo de ruído é diferente.

Todos os indivíduos são suscetíveis ao ruído, quanto à sua interferência na compreensão da fala. Para os deficientes auditivos, quando a fala e o ruído competem, ao mesmo tempo, os problemas são maiores. No silêncio, a perda de informações acústicas é compensada por outras pistas não auditivas. O controle do ruído pode ser realizado com o controle do seu nível de intensidade no ambiente ou com estratégias, como microfone direcional e filtros acústicos, no aparelho de amplificação sonora individual, proporcionando melhora no desempenho da compreensão da fala.

Os AASIs com tecnologia digital utilizam o circuito digital, tanto para o processamento do sinal, como para o controle de suas funções. Esse avanço tecnológico pretende ser a alternativa para problemas como a dificuldade na compreensão da fala no ruído, que a tecnologia, até então disponível, falhava total ou parcialmente em resolver Ludvigsen² e Ferrari³. Sweetow⁴ enfatizou que a superioridade da tecnologia digital é importante para desmistificar que os instrumentos auditivos são ineficazes em certos ambientes.

Atualmente, podem ser utilizados algoritmos de redução de ruído digitais. O algoritmo Speech Sensitive Processing (SSP), presente no AASI digital Prisma, analisa a envoltória do sinal de entrada em 4 bandas de frequência. Se frequências de modulação e características da fala são detectadas, o ganho acústico é aumentado na proporção do grau da deficiência auditiva e a fala é amplificada. Se as frequências de modulação e as características da fala não existirem no sinal, o ganho acústico é reduzido⁵. Essa característica permite ao SSP atenuar os sinais que não sejam da fala, contidos no sinal de entrada. A redução do ganho acústico é maior para as frequências de modulação mais altas e profundidade de modulação mais baixa, sendo que a maior redução é obtida para os sinais estacionários.

Um sinal senoidal é detectado quando a máxima da senoide apresenta a mesma amplitude durante todo o tempo. Quando a máxima da senoide varia sobre o tempo, o sinal resultante é denominado sinal modulado. A curva formada pelos pontos máximos do sinal modulado é conhecida como envoltória e fornece a frequência e a profundidade de modulação do sinal. A frequência de modulação denota o quanto a amplitude do sinal da fala

varia com o tempo (velocidade da modulação) e é menor que a frequência do sinal e a profundidade de modulação, que relaciona os máximos e os mínimos da envoltória.

O espectro de modulação da fala (variações lentas, sem altas frequências de modulação) e do ruído (menores modulações, porém mais rápidas e com máxima modulação em frequências altas) é distintamente diferente e pode ser utilizado para diferenciar a fala do ruído. A fala denota uma grande profundidade de modulação, porque a envoltória tem valor mínimo durante as pausas. A fala pode ser descrita com relação à sua estrutura temporal, ou sua distribuição de frequência no espectro. O espectro de fala mostra os componentes das frequências entre 100 Hz e 8 kHz e uma envoltória, determinada pelos fonemas, sílabas, palavras e sentenças, com maior energia na faixa de 4 kHz. A envoltória da fala apresenta um comportamento temporal característico.

Boymans e Dreschler⁶ mediram os efeitos de um AASI digital sobre o reconhecimento da fala no ruído, por meio de um sistema de processamento de fala (SSP) e microfone direcional. Utilizaram medidas de ganho de inserção, medidas com escala de intensidade, testes de reconhecimento de fala com ruído competitivo e questionários de autoavaliação. Constataram um efeito positivo, porém modesto do SSP, no reconhecimento da fala, mas que para o questionário de autoavaliação, foi significativo. Os melhores resultados encontrados foram no reconhecimento da fala e no questionário de autoavaliação com o uso do microfone direcional. Observaram que a combinação dos dois supressores de ruído não propiciou benefícios adicionais.

O objetivo deste estudo foi avaliar clinicamente o desempenho dos indivíduos adultos com deficiência auditiva neurossensorial, com relação à percepção da fala, utilizando o aparelho de amplificação sonora individual digital com o algoritmo de redução de ruído, denominado Speech Sensitive Processing (SSP), ativado e desativado na presença de ruído competitivo.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi previamente apresentado à comissão de ética do curso de pós-graduação em distúrbios da comunicação Humana, obtendo parecer favorável para seu desenvolvimento sob número 168/99-UEP-CEP.

A casuística foi composta por 32 indivíduos com deficiência auditiva neurossensorial bilateral, de ambos os sexos, na faixa etária de 21 a 64 anos. Os indivíduos apresentavam deficiência auditiva pós-lingual, com graus leve, moderado ou leve a moderado, em ambos os ouvidos, configuração plana ou descendente, simétrica ou não, índice de reconhecimento de fala com valores superior a 70%, sem modificações acústicas nos moldes auriculares, flutuação dos limiares audiométricos, recrutamento ou alterações nos processos cognitivos.

A programação e ao ajuste fino do AASI digital adaptado bauralmente foram realizados em uma sala a pesquisa do limiar de reconhecimento de fala em campo livre, em uma cabina acústica.

No estudo, foi utilizado o AASI digital com área de adaptação que atende perdas auditivas de grau leve a profundo apresentando um algoritmo para identificação da fala na presença de ruído. Utilizou-se o programa CONNEXX, o audiômetro SD 50 e um CD player para a reprodução da Lista de Sentenças em Português e do ruído elaborado por Costa⁷, o sistema de amplificação estereofônico 70 W RMS e um alto-falante. Para a gravação do ruído utilizou-se uma fita K-7 e, para reprodução, um minigravador.

Optou-se por empregar a lista 1A para treinamento, e as listas 2B para obter o limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR), aplicada para a condição em que o indivíduo utilizava o algoritmo ativado; e a lista 3B para obter limiar de reconhecimento de sentenças no ruído, para a condição em que o SSP não se encontrava ativado.

Para o ajuste da regulagem do AASI foram inseridos os limiares de audibilidade no CONNEXX e realizada a programação, com o método de prescrição do ganho Desired Signal Level Input/Output. Utilizou-se apenas o programa 1, pois no programa 2 outras estratégias para redução de ruído estavam presentes.

O indivíduo foi orientado a julgar a qualidade sonora do AASI, e se necessário foi realizado o ajuste fino por meio do assistente de adaptação.

No que se relaciona ao algoritmo, na condição ativado, os canais 1 e 4 encontravam-se na posição máxima e os canais 2 e 3, na média. Utilizou-se a compressão curvilínea do tipo dual slow e o microfone omnidirecional. Na segunda condição, o algoritmo permaneceu desativado nos 4 canais de frequência.

Antes da apresentação das sentenças, o indivíduo foi exposto por 30s ao ruído, para garantir que o algoritmo realizasse a análise espectral da onda sonora e se ajustasse e foi posicionado a 0° azimute e 1m de distância do alto falante. O indivíduo foi orientado que lhe seriam apresentadas listas de sentenças junto a um ruído, devendo repeti-las como entendesse.

A primeira sentença e o ruído foram apresentados no nível de 65 dBA (S/R = 0 dB); após fixou-se o nível do ruído em 65 dBA, variando-se o nível das sentenças. Para obtenção da relação S/R utilizou-se a estratégia adaptativa, com o intervalo de 4 dB até a mudança de resposta, para então passos de 2 dB.

O nível de apresentação de cada sentença foi anotado e calculou-se a média com os valores, em que houve mudança no tipo de resposta, obtendo-se, assim, o LRSR. Após, esse valor foi subtraído do valor da intensidade do nível de ruído obtendo-se a relação S/R.

A mesma metodologia foi empregada na pesquisa do LRSR, para se obter a relação S/R nas duas condições e não foi informado aos indivíduos o momento em que o supressor de ruído estava ativado.

A programação do AASI e a pesquisa do LRSR foram realizadas no mesmo dia, com duração de 1 hora, certificando-se que os indivíduos não apresentassem cansaço e mantivessem o mesmo desempenho.

Para a análise estatística, utilizou-se o teste de T Student, empregando a média como medida de tendência central e nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Dos 32 indivíduos deficientes auditivos que utilizavam AASI digital bilateralmente, o melhor valor da relação sinal/ruído foi obtido na condição em que o algoritmo encontrava-se ativado para 22 indivíduos, já para 8 indivíduos o melhor valor da relação foi obtido na condição em que o algoritmo encontrava-se desativado e em 2 indivíduos o desempenho foi idêntico, tanto na condição com algoritmo ativado como desativado como revela a Figura 1.

Na estatística descritiva, os valores obtidos para a média da relação sinal/ruído, para as duas variáveis (algoritmo ativado e desativado), foram -5,6 e -4,4, res-

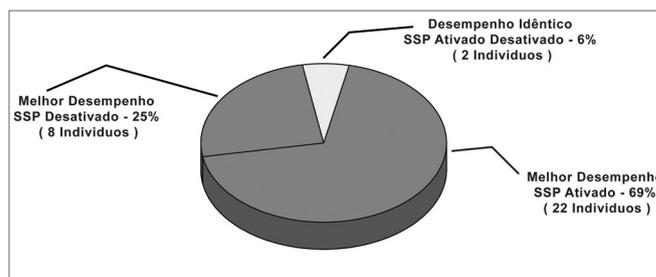


Figura 1. Desempenho dos indivíduos avaliados quanto à relação sinal/ruído. SSP: Speech Sensitive Processing.

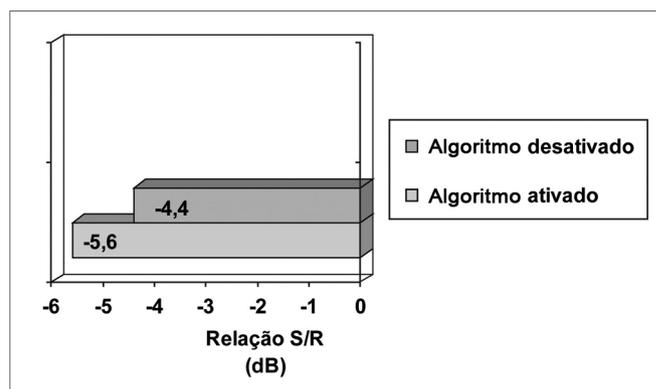


Gráfico 1. Apresentação da média estatística da relação sinal/ruído para a condição do algoritmo ativado e desativado. S/R: Relação sinal/ruído.

pectivamente, e para a mediana, foram -5,2 e -4,0, como visualizado no Gráfico 1.

O valor do desvio-padrão foi 3,31 para a condição com ativado e 2,79 para a condição em que o algoritmo estava desativado.

O teste de Student, realizado sobre esses dados, resultou em probabilidade de 0,0021, o qual é estatisticamente significativo.

DISCUSSÃO

Na Figura 1 podemos visualizar que os resultados revelam que dos 32 indivíduos deficientes auditivos avaliados, 22 (69%) apresentaram o melhor valor da relação sinal/ruído, para a condição em que o algoritmo de redução de ruído encontrava-se ativado. Com relação aos outros indivíduos do estudo, constatamos que, em 8 (25%) deles, o melhor desempenho na relação S/R foi obtido quando o SSP não se encontrava ativado.

O teste de T Student para amostras pareadas, empregando a média como medida de tendência central, mostrou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0021$) entre a condição com o algoritmo ativado e não ativado. Esse resultado pode ser claramente observado no Gráfico 1, o qual apresenta o valor da média da relação sinal/ruído, quando o SSP de redução de ruído encontrava-se ativado (-5,6 dB), comparado à condição não ativado (-4,4 dB).

Os achados deste estudo nos levam a refletir que o avanço tecnológico possibilitou inovações, como a possibilidade de maior flexibilidade com o uso de algoritmo para redução de ruído, fornecendo benefícios para o indivíduo deficiente auditivo e desmistificando a crença de que os instrumentos auditivos são ineficazes em alguns ambientes sonoros, como lembrado pelo autor Sweetow⁴.

A deficiência auditiva é multidimensional, mas a queixa mais frequente é a dificuldade de compreender a fala no ruído. Portanto, os resultados apresentados neste estudo evidenciam que os AASIs digitais, em virtude do processamento do sinal, podem ser a alternativa para minimizar os problemas desencadeados pela deficiência auditiva, como a compreensão de fala no ruído, onde a tecnologia disponível até então falhava parcial ou totalmente em resolver, conforme salientam Ludvigsen² e Ferrari³.

Sem dúvida, a introdução da tecnologia digital possibilitou a melhora na percepção da fala, em comparação ao aparelho de amplificação sonora analógico. Este estudo evidenciou tal vantagem, uma vez que na tecnologia analógica não há possibilidade da utilização de algoritmos.

O autor Ludvigsen² afirma que o uso de algoritmos de redução do ruído é uma das vantagens do processamento digital do sinal. Essa vantagem foi estatisticamente comprovada neste estudo, pois a maioria dos indivíduos apresentou o melhor desempenho, na relação sinal/ruído, com o algoritmo ativado.

No estudo realizado por Boymans e Dreschler⁶, que apresentava, como objetivo, verificar primeiramente a eficácia do algoritmo de redução de ruído e depois a eficácia do algoritmo mais o microfone direcional no AASI digital Prisma, no que se refere ao reconhecimento da fala na presença do ruído, os resultados revelaram que o efeito do algoritmo foi positivo, sendo os melhores resultados obtidos quando o microfone direcional e o algoritmo apresentavam-se ativados.

Os resultados obtidos em nosso estudo estão concordantes com os achados dos autores Boymans e Dreschler⁶, pois também encontramos resultados favoráveis com a utilização do algoritmo, embora os nossos resultados apontem que a diferença estatística foi significativa.

O problema do ruído na percepção de fala, ou sua redução, é certamente assunto exaustivo, suscitando inúmeras dúvidas. O problema do ruído será solucionado? Quando a fala é ruído? Como o AASI extrairá a fala de um interlocutor desejado, em meio à fala de muitos outros?

A evolução tecnológica constantemente empenha-se em aperfeiçoar a capacidade do AASI em diferenciar o ruído do sinal de entrada, porém, é importante esclarecer aos usuários os reais benefícios com a amplificação, para não causar desapontamento. O indivíduo deve saber que usar AASI não significa resolver todos os seus problemas, como, por exemplo, ouvir no ruído e que, se necessário, deverá realizar estratégias de comunicação.

CONCLUSÃO

Podemos concluir com a avaliação clínica que houve diferença estatisticamente significativa entre a condição com algoritmo de redução de ruído denominado Speech Sensitive Processing (SSP) ativado e não ativado, beneficiando a compreensão da fala e, conseqüentemente, o desempenho dos indivíduos adultos com deficiência auditiva neurossensorial, sendo, portanto, uma alternativa para o problema da percepção de fala no ambiente ruidoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agnew J. Challenges and some solutions for understanding speech in noise. *High Perform Hear Soluc.* 1999;3 Suppl:4-9.
2. Ludvigsen C. *Senso: audiological background sl.*: Widexpress;1997.
3. Ferrari DV. *Aparelhos de amplificação sonora individual: características e utilização em adultos com deficiência auditiva neurossensorial [dissertação]*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1999.
4. Sweetow RW. Selection considerations for digital signal processing. *Hear J.* 1998;51:35-42.
5. Powers T A, Holube I, Wesselkamp M. The use of digital features to combat background noise. *High Perform Hear Soluc.* 1999;3:36-9.
6. Boymans M, Dreschler WA. Field Trials a Digital Hearing Aid with active noise reduction and dual-microphone directionality. *Audiology.* 2000;39:260-8.
7. Costa MJ. *Desenvolvimento de listas de sentenças em português [tese]*. São Paulo: Escola Paulista de Medicina;1997.