

# Próteses auditivas: avaliações objetivas e subjetivas em usuários de amplificação linear e não-linear\*\*\*

## Hearing aids: objective and subjective evaluations of linear and nonlinear amplification users

Letícia Pimenta Costa\*

Maria Cecília Martinelli Iório\*\*

\*Fonoaudióloga. Mestre em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina. Professora do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Endereço para correspondência: Rua Ouro Preto, 1275 - Apto. 04 - Belo Horizonte - MG - CEP 30170-041 (lepcosta@uai.com.br).

\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina. Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina.

\*\*\*Trabalho Realizado na Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 18.11.2004.

Revisado em 17.12.2004; 30.05.2005; 24.01.2006; 20.03.2006.

Aceito para Publicação em 20.03.2006.

### Abstract

Background: sensorineural hearing impaired individuals benefit themselves with the use of nonlinear amplification, once the compression tries to reestablish the sensation of normal loudness. However, the literature is still controversial in relation to the benefits for speech recognition in users of linear and nonlinear hearing aids. Aim: for this reason, the purpose of this study was to compare the performance of linear and nonlinear hearing aid users through objective and subjective evaluations, verifying the best circuit for hearing adaptation and speech recognition in silence and in noise. Method: 21 bilateral hearing aid users, who had been using the hearing aid for at least 3 months, with 12 to 64 years of age and with mild to moderate-severe hearing losses were studied according to the type of amplification used, forming two groups: linear group composed by 10 linear hearing aid users; and nonlinear group, composed by 11 nonlinear hearing aid users. Speech recognition tests were applied in silence and in noise, as well as the International Outcome Inventory of Hearing Aids questionnaire. Results: statistically significant differences were not observed between the groups for the speech recognition tests, in silence and in noise, and for the questionnaire. Conclusion: it can be concluded that no difference exists in the performance of linear and nonlinear hearing aids users, regarding the objective evaluations (speech tests) and the subjective evaluations (questionnaire), that indicate a better adaptation or a better speech recognition in silence or in noise.

**Key Words:** Hearing Aid; Hearing Loss; Audiometry Speech; Questionnaires

### Resumo

Tema: os indivíduos com perda auditiva neurossensorial se beneficiam muito com o uso da amplificação não-linear, uma vez que a compressão tenta restabelecer a sensação de intensidade normal. No entanto, a literatura ainda é controversa em relação aos benefícios para o reconhecimento de fala em usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares. Objetivo: comparar o desempenho de usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares por meio de avaliações objetivas e subjetivas, verificando o circuito que mais favorece uma melhor adaptação auditiva e reconhecimento de fala no silêncio e no ruído. Método: 21 usuários de próteses auditivas bilateral há pelo menos três meses, com idades compreendidas entre 12 e 64 anos, e perdas auditivas de grau leve a moderadamente severo, foram estudados conforme o tipo de sua amplificação, formando dois grupos: grupo linear, composto por 10 usuários de próteses auditivas lineares; e grupo não-linear, composto por 11 usuários de próteses auditivas não-lineares. Foram realizados os testes de reconhecimento de fala no silêncio e no ruído, e aplicado o questionário Internacional de Avaliação das Próteses Auditivas. Resultados: não foram observadas diferenças estatisticamente significantes nos testes de reconhecimento de fala no silêncio e no ruído, nem no questionário aplicados, quando comparamos os grupos de usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares. Conclusão: pode-se concluir que não há diferença entre o desempenho dos usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares nas avaliações objetivas (testes de fala) e subjetivas (questionário) aplicadas, que indique uma melhor adaptação auditiva ou favoreça o reconhecimento de fala tanto no silêncio quanto no ruído.

**Palavras-Chave:** Auxiliares de Audição; Perda Auditiva; Audiometria da Fala; Questionários.

Referenciar este material como:

COSTA, L. P.; IÓRIO, M. C. M. Próteses auditivas; avaliações objetivas e subjetivas em usuários de amplificação linear e não-linear. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 18, n. 1, p. 21-30, jan.-abr. 2006.

## Introdução

Uma vez que a principal função da audição humana é possibilitar a comunicação oral, a maior perda proporcionada pela deficiência auditiva se refere às habilidades de reconhecimento de fala, prejudicando gravemente as necessidades comunicativas do indivíduo e suas relações sociais. A fim de restabelecer a função comunicativa do deficiente auditivo, toda a tecnologia desenvolvida para o melhor desempenho das próteses auditivas visa novas estratégias para melhorar a recepção da fala. O avanço ocorrido até o momento tem ajudado muito o deficiente auditivo a uma melhor audição para a fala, especialmente quando este se encontra em ambiente silencioso. Entretanto, o desempenho que o indivíduo apresenta, em situações com ruído competitivo, ainda não atingiu um nível de melhora satisfatória.

A audição humana é limitada pelos níveis mínimos de intensidade sonora que o indivíduo é capaz de perceber e os níveis máximos de intensidade sonora, onde se alcança o desconforto auditivo. As células ciliadas da cóclea são responsáveis pela modulação das informações sonoras que ali chegam, tornando-se suficientemente intensas para serem percebidas e não provocarem desconforto auditivo. Pensando na fisiologia coclear, os sistemas de compressão sonora foram desenvolvidos de forma a favorecer a audição de sons suaves, não percebidos pelo deficiente auditivo e controlar os níveis de pressão sonora elevada que podem provocar desconforto ao usuário da amplificação, com o mínimo de distorção sonora possível (Lindley, 2002).

Atualmente, podemos definir dois tipos diferentes de amplificação sonora, baseado na maneira como o ganho é proporcionado. Quando não há variação do ganho, ou seja, a quantidade de amplificação é a mesma para todas as intensidades sonoras de entrada, classificamos como próteses auditivas lineares. No entanto, quando há alteração automática nos parâmetros de amplificação, especialmente do ganho, essas próteses são classificadas como não-lineares.

Consideraram-se próteses auditivas não-lineares aquelas que apresentam variação do ganho dependente do nível do sinal de entrada. Estão incluídos neste grupo as próteses auditivas com compressão dinâmica ou WDRC (*Wide Dynamic Range Compression*) caracterizadas por baixos limiar e a razão de compressão. Essas próteses processam de forma não linear os sons mais importantes do dia-a-dia, incluindo a fala (Menegotto e Iório, 2003). Dessa forma, valores diferentes de ganho são fornecidos às diversas

intensidades sonoras de entrada, sendo que os sons mais baixos e menos perceptíveis apresentam maior ganho (amplificação linear) enquanto os sons médios e mais intensos apresentam menos ganho, devido à ação da compressão.

Os indivíduos com perda auditiva neurosensorial se beneficiam muito com o uso da amplificação não-linear, uma vez que a compressão tenta restabelecer a sensação de intensidade normal. Amplamente utilizado pela maioria dos fabricantes de próteses auditivas, acredita-se que modificação do sinal acústico proporcionada pelo controle automático de ganho melhora o desempenho em termos de audibilidade, conforto e reconhecimento de fala (Jenstad et al., 1999; Jenstad et al., 2000). No entanto, a literatura ainda é controversa quando se trata deste assunto, já que diversos parâmetros diferentes caracterizam um sistema de compressão, dentre eles, limiar de compressão, razão de compressão, faixa de frequências e tempos de ataque e recuperação (Souza, 2002).

Dessa forma, entendemos que a adaptação dos dispositivos eletrônicos de amplificação sonora necessita ser individual e pessoal, respeitando as características audiológicas de cada indivíduo e suas necessidades auditivas, a fim de proporcionar a amplificação desejada.

Há muitas maneiras de se avaliar o resultado da protetização, que se baseiam em testes objetivos e subjetivos que mensuram e estimam o desempenho, benefício, satisfação e uso da prótese auditiva (Almeida, 2003). Atualmente, muitos estudos, inclusive no Brasil, têm valorizado a aplicação de questionários e testes de reconhecimento de fala como forma de avaliar indivíduos no processo de adaptação das próteses auditivas (Bucuvic e Iório, 2003; Bucuvic e Iório, 2004; Dane Iório, 2004; Almeida e Taguchi, 2004). Dessa forma, o presente estudo, por meio de testes objetivos e subjetivos, avaliou usuários dos aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) linear e não-linear, a fim de comparar os resultados obtidos, verificando o circuito que mais favorece uma melhor adaptação auditiva e reconhecimento de fala no silêncio e no ruído.

## Método

Este estudo foi realizado no Núcleo Integrado de Atendimento, Pesquisa e Ensino em Audiologia (NIAPEA) da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, mediante aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da mesma instituição, sob protocolo 0231/04. Todos os indivíduos da amostra ou seus responsáveis, quando menores de 18 anos, assinaram o Termo

de Consentimento Livre e Esclarecido, para a participação voluntária neste estudo.

Os critérios de elegibilidade para a seleção dos pacientes para este estudo foram:

1. Idade compreendida entre 12 e 65 anos.
2. Portadores de perda auditiva neurossensorial simétrica, de grau leve a moderadamente severo (média dos limiares de audibilidade de até 70dB NA nas frequências de 500, 1.000, 2.000 Hz).
3. Perda auditiva adquirida no período pós-lingual.
4. Usuários de AASI adaptados bilateralmente com modelos idênticos há pelo menos três meses.
5. AASI adquiridos no Hospital São Paulo, pelo programa de Adaptação de Próteses Auditivas do Governo Federal (APAC Auditiva-Portaria 432-00).
6. Ausência de alterações cognitivas perceptíveis ou alterações de fala.

Dessa forma, participaram deste estudo 21 pacientes que já haviam adaptado AASI bilateralmente há pelo menos três meses, com tempo médio de uso de 16 meses, sendo 13 do sexo masculino e oito do sexo feminino, com idades compreendidas entre 12 e 64 anos e média de 41 anos. Em relação ao grau da perda auditiva, três eram leve, oito moderado e 10 moderadamente severo. Estes pacientes foram reunidos em relação ao tipo de amplificação que suas próteses auditivas possuíam:

1. GL: grupo de usuários de AASI com amplificação linear.
2. GNL: grupo de usuários de AASI com amplificação não-linear, ou WDRC.

Conforme descrito por Menegotto e Iório (2003) foi considerado, para classificar uma prótese auditiva como linear ou não-linear, o modo como a fala é processada. Dessa forma, consideraram-se próteses auditivas lineares aquelas que apresentavam o mesmo ganho para todo sinal de fala, independentemente do nível da entrada, incluindo as próteses que utilizam limitação por compressão ou corte de picos, como forma de limitar a saída máxima do som amplificado. Já as próteses auditivas não-lineares apresentavam ganho variável, de acordo com nível do sinal de entrada, sendo a grande maioria dos sons, inclusive de fala, amplificados de forma não-linear. Essas próteses apresentavam baixo limiar e razão de compressão.

O grupo GL foi composto por 10 pacientes adaptados com AASI linear, sendo quatro do sexo feminino e seis do sexo masculino, com idades compreendidas entre 14 e 64 anos e média de 47,6 anos, e tempo médio de uso de 9,4 meses. Em

relação à perda auditiva, todos apresentavam perda neurossensorial, sendo cinco de grau moderado e cinco de grau moderadamente severo. Em relação aos AASI que utilizavam, todos apresentavam limitação por compressão como forma de controlar a saída máxima. As regulagens foram mantidas conforme adaptação de costume, realizada previamente para cada indivíduo.

O grupo GNL foi composto por 11 pacientes adaptados com AASI não-linear, sendo quatro do sexo feminino, sete do sexo masculino, com idades compreendidas entre 12 a 49 anos, com média de 34,5 anos, e tempo médio de uso de 5,7 meses. Em relação à perda auditiva, eram todas neurossensoriais sendo três de grau leve, três de grau moderado e cinco de grau moderadamente severo. Em relação aos AASI, as características de compressão foram diversas, pois os aparelhos se diferenciavam quanto ao modelo, marca e tecnologia, não possuindo regulagens que permitissem estabelecer parâmetros de avaliação quanto ao limiar e razão de compressão. No entanto, todos os AASI apresentavam, como forma de limitar saída máxima, limitação por compressão. As regulagens foram mantidas conforme a adaptação prévia realizada para o usuário.

A coleta dos dados foi realizada em duas etapas, no mesmo dia:

1. Pesquisa do limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio - LRSS e do limiar de reconhecimento de sentenças no ruído - LRSR (Costa, 1998).
2. Preenchimento do Questionário Internacional de Avaliação das Próteses Auditivas (IOI-HA - *International Outcome Inventory for Hearing Aids* - traduzido para o Português falado no Brasil por Bevilacqua et al. (Cox et al, 2002).

Pesquisa do limiar do reconhecimento de sentenças

A avaliação do limiar de reconhecimento de fala foi feita com a aplicação do Teste de Sentenças em Português (Costa, 1998). O material de fala foi apresentado tanto no silêncio (LRSS) quanto no ruído (LRSR):

1. LRSS: apresentação das sentenças de um a 10 da lista 1B, sem a presença de ruído competitivo.
2. LRSR: apresentação das sentenças de um a 10 da lista 2B, com a presença de ruído competitivo.

Antes da realização do teste foi feito um treino com o paciente, tanto no silêncio quanto no ruído, utilizando as sentenças iniciais da lista 1A na mesma intensidade de realização do teste, de forma a garantir a compreensão do paciente na tarefa solicitada.

O procedimento utilizado para a aplicação do teste foi a “estratégia seqüencial, adaptativa ou ascendente-descendente” conforme sugerido pela autora do teste. Assim determinou-se o limiar de reconhecimento de fala (LRF), ou seja, o nível necessário para o indivíduo identificar corretamente cerca de 50% dos estímulos de fala apresentados tanto no silêncio (LRSS), quanto na presença de ruído competitivo ipsilateral (LRSR).

Conforme a estratégia adotada, a aplicação do teste consistiu na apresentação de um estímulo de fala em uma determinada intensidade. Quando a resposta era correta, diminuiu-se a intensidade de apresentação do estímulo seguinte. Quando a resposta era incorreta, a intensidade de apresentação do estímulo seguinte foi aumentada. Foram utilizados intervalos de 4dB até a primeira mudança no tipo de resposta e, posteriormente, os intervalos de apresentação dos estímulos foram de 2dB entre si até o final da lista.

Uma resposta só foi considerada correta quando o indivíduo repetiu sem nenhum erro ou omissão, toda a sentença apresentada.

Para a pesquisa dos LRSS e LRSR, a primeira sentença de cada lista foi apresentada numa intensidade de 65dB A, já que todos os indivíduos da amostra, utilizando suas próteses auditivas, tinham limiares auditivos suficientes para perceber o estímulo de fala nesta intensidade. Por sua vez, para a aplicação do LRSR, foi utilizado o ruído a uma intensidade fixa a 65dB A, de forma que o teste se iniciava com uma relação sinal/ruído (S/R) de 0dB.

Os níveis de apresentação de cada sentença foram anotados durante a avaliação. Foi calculada a média destes valores a partir dos níveis de apresentação de cada sentença em que ocorreu a primeira mudança de resposta, até o nível de apresentação da última sentença da lista, determinando assim o limiar de reconhecimento das sentenças.

Os níveis de apresentação de cada sentença foram anotados durante a avaliação em um protocolo específico. Foi calculada a média destes valores a partir dos níveis de apresentação de cada sentença em que ocorreu a primeira mudança de resposta, até o nível de apresentação da última sentença da lista.

Para o cálculo da relação S/R, subtraiu-se o LRSR da intensidade do ruído apresentado, neste caso, 65dB A, lembrando que a relação S/R corresponde à diferença, em dB, entre o valor do LRSR (média das intensidades de apresentação da fala na presença do ruído) e o valor do ruído competitivo utilizado.

As tarefas de fala foram realizadas em campo livre avaliando assim a audição binaural do indivíduo protetizado bilateralmente, posicionado de frente para o alto-falante, a uma distância de um metro a 0° azimute.

Toda amostra de fala bem como o ruído utilizado foram calibrados em dB A utilizando o decibelímetro da marca *Radio Shack Sound Level Meter*. Conforme sugerido por Costa (1998), foram medidos os níveis de pressão sonora, nos quais tanto a fala como o ruído estavam chegando à orelha do indivíduo testado. O decibelímetro foi posicionado num ponto médio entre as duas orelhas, a uma distância de um metro do alto-falante. Para as medições utiliza-se a escala A, com respostas rápidas, por ser esta a mais indicada na mensuração de ruídos contínuos e na determinação de valores extremos de ruídos intermitentes.

Foram verificados os níveis de pressão sonora, separadamente, tanto do ruído como para a fala. Para a obtenção do nível do ruído em campo livre, foi medida a intensidade deste entre as modulações, por tratar-se de um som contínuo, que apresenta uma pequena modulação de 1dB. Como na fala temos uma diferença de 30dB entre o som mais intenso e o menos intenso, houve a necessidade de um valor médio de referência, o qual foi obtido através do cálculo da média dos valores dos picos de maior amplitude de cada sentença da lista.

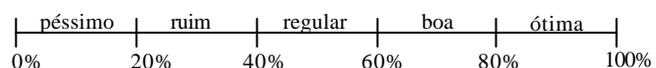
Após isso, a unidade de volume (V.U.) foi ajustada na posição zero durante a apresentação de um tom puro a 1.000 Hz gravado no início dos CDs, para garantir a reprodutibilidade das condições de apresentação.

Em relação aos resultados dos limiares de reconhecimento de sentenças, tanto no silêncio quanto no ruído, estes foram analisados e comparados estatisticamente, utilizando o teste Mann-Whitney, estabelecendo uma significância de 5%. Também se verificou, por meio da Correlação de Pearson, se existia alguma relação entre a idade do usuário, tempo de adaptação, LRS e S/R.

A correlação de Pearson foi usada para "medir" o quanto as variáveis estão interligadas, ou seja, o quanto uma esta relacionada com a outra. Os resultados são dado em percentual, onde podemos ter valores positivos e negativos.

A correlação positiva significa que à medida que uma variável aumentou seu valor a outra correlacionada a esta também aumentou proporcionalmente. Porém a correlação negativa significa variáveis inversamente proporcionais, ou seja, à medida que uma cresceu a outra decresceu, ou vice versa.

Para este estudo, por termos muitas variáveis, o resultado de correlação foi posto em forma de matriz, formando a chamada Matriz de Correlação, apresentada abaixo:



### Questionário internacional de avaliação das próteses auditivas

O preenchimento do IOI-HA foi realizado com a orientação direta do pesquisador junto ao indivíduo, garantindo a compreensão das perguntas e de respostas. O questionário, composto por oito questões, avaliou de forma subjetiva o resultado da adaptação do dispositivo eletrônico de amplificação sonora sob os seguintes aspectos: 1- Uso; 2- Benefício; 3- Limitação residual de atividades; 4- Satisfação; 5- Restrição residual de participação; 6- Impacto em outros; 7- Qualidade de vida. A oitava pergunta do questionário serviu para estimar o grau de dificuldade auditiva que o paciente apresentava sem o uso dos AASI.

O questionário oferecia opção de cinco respostas graduadas da esquerda para a direita, de forma que a primeira opção referia-se a um pior desempenho, pontuado como um; a última opção indicava um melhor desempenho, pontuado como cinco. O paciente foi orientado a optar por apenas uma resposta, aquela que mais caracterizava o resultado da adaptação do seu dispositivo eletrônico.

A oitava pergunta foi necessária apenas para verificar o grau de dificuldade auditiva do paciente. As respostas desta questão foram agrupadas conforme a pontuação realizada. Os indivíduos que pontuaram um ou dois foram incluídos no grupo A, representando aqueles que acreditavam ter uma dificuldade auditiva moderadamente severa ou severa; os indivíduos que pontuaram três ou quatro foram incluídos no grupo B, representando aqueles que consideravam sua dificuldade auditiva leve ou moderada; e aqueles que pontuaram cinco, foram incluídos no grupo C, e acreditavam não ter dificuldades auditivas.

A análise do questionário IOI-HA foi feita estudando as respostas de cada item individualmente e agrupadas, sendo os resultados comparados entre os grupos GL e GNL. Dessa forma, considerou-se: a pontuação de cada questão, a pontuação total obtidas nas sete primeiras questões, e a pontuação obtida quando consideramos os fatores 1 e 2 do questionário (Cox e Alexander, 2002). O Fator 1 referiu-se à análise conjunta dos itens 1, 2, 4 e 7, demonstrando como está a relação entre o usuário e seu AASI. O Fator 2 referiu-se à análise das questões 3, 5 e 6, demonstrando a relação do usuário com o seu meio.

Em relação à pontuação obtida em cada análise é importante ressaltar que os itens de um a sete do questionário têm pontuação mínima de um e máxima de cinco. A pontuação total envolve a resposta dos sete primeiros itens perfazendo pontuação mínima de sete e máxima de 35. A análise do Fator 1 corresponde a soma de quatro itens, totalizando quatro pontos no mínimo, e 20 pontos no máximo e o Fator 2 corresponde a soma de três itens totalizando três pontos no mínimo e 15 pontos no máximo. Uma maior pontuação indica melhores resultados em relação à adaptação da amplificação sonora.

A análise da questão oito, que estima o grau de dificuldade auditiva subjetiva, foi realizada em toda amostra e comparada com a pontuação de cada pergunta do questionário, a pontuação total, e fatores 1 e 2. A análise do questionário foi realizada utilizando o teste Mann-Whitney, com significância de 5%.

### Resultados

Seguem os resultados do LRSS e relação S/R, considerando os valores de média, mediana, desvio padrão, tamanho, limites mínimos e máximos e o p-valor obtido pelo teste Mann-Whitney, estabelecendo uma comparação entre a amplificação linear e não-linear (Tabela 1).

TABELA 1. Valores de média, mediana, desvio-padrão, tamanho, limites inferior e superior e P-valor dos LRSS e relação S/R em usuários de AASI linear e não-linear.

Usuários de AASI	LRSS		S/R	
	linear	não-linear	linear	não-linear
média	50,56	43,34	-2,75	-2,37
mediana	47,4	43	-4	-2,6
desvio-padrão	13,81	7,73	5,10	2,97
tamanho	10	11	10	11
limite Inferior	42,00	38,77	-5,91	-4,13
limite Superior	59,12	47,90	0,41	-0,62
p-valor	0,150		0,836	

Legenda: LRSS - limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio; S/R: relação sinal/ruído.

A seguir, procurou-se investigar se havia correlações entre as variáveis idade do usuário, tempo de adaptação da amplificação sonora, LRSS e relação S/R, em toda amostra. Da mesma forma, considerando os grupos de AASI linear e não-linear, foram correlacionadas a idade dos usuários com os resultados da relação S/R. Para tanto, foi aplicado o teste Correlação de Pearson e os resultados analisados conforme a Matriz de Correlação, descrita no Método. Estes dados estão disponíveis nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

São apresentados, nas Tabela 4 e 5, os resultados do IOI-HA. Para todas as análises feitas utilizamos o teste estatístico Mann-Whitney.

A Tabela 4 refere-se à análise da pontuação obtida em cada item do questionário separadamente, a pontuação total (soma dos pontos obtidos nos itens de um a sete), fator 1 e fator 2, comparando o tipo de circuito de amplificação sonora de cada usuário (linear X não-linear).

TABELA 2. Correlação entre a idade, o tempo de adaptação da amplificação sonora, o LRSS e a relação S/R nos usuários de AASI.

Usuários	Idade	Tempo	LRSS
tempo	32,7%		
LRSS	30,1%	28,0%	
S/R	15,1%	16,0%	51,9%

Legenda: LRSS - limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio; S/R: relação sinal/ruído

TABELA 3. Correlação entre a idade e a relação S/R nos usuários de AASI.

Usuários	S/R Linear	S/R Não-Linear
Idade	44,5%	-30,0%

Legenda: S/R - relação sinal/ruído

TABELA 4. Comparação do IOI-HA em usuários de AASI linear e não-linear, considerando a pontuação obtida em cada item, a pontuação total, fator 1 e fator 2.

Variáveis	AASI	Média	Mediana	Desvio Padrão	Tamanho	Limite Inferior	Limite Superior	P-valor
I-1	NL	4,45	5	0,69	11	4,05	4,86	0,894
	L	4,50	5	0,85	10	3,97	5,03	
I-2	NL	4,18	4	0,87	11	3,67	4,70	0,244
	L	4,60	5	0,70	10	4,17	5,03	
I-3	NL	4,09	4	0,83	11	3,60	4,58	0,828
	L	4,00	4	1,05	10	3,35	4,65	
I-4	NL	4,55	5	0,93	11	3,99	5,10	0,478
	L	4,80	5	0,63	10	4,41	5,19	
I-5	NL	4,09	4	0,94	11	3,53	4,65	0,792
	L	4,20	4,5	0,92	10	3,63	4,77	
I-6	NL	4,55	5	0,52	11	4,24	4,85	0,275
	L	4,10	4,5	1,20	10	3,36	4,84	
I-7	NL	4,36	4	0,67	11	3,97	4,76	0,890
	L	4,30	5	1,34	10	3,47	5,13	
I-8	NL	1,91	2	1,04	11	1,29	2,53	0,837
	L	2,00	2	0,94	10	1,42	2,58	
ST	NL	30,27	30	3,26	11	28,35	32,20	0,899
	L	30,50	31	4,79	10	27,53	33,47	
F1	NL	17,55	18	2,58	11	16,02	19,07	0,559
	L	18,20	19,5	2,44	10	16,69	19,71	
F2	NL	12,73	12	1,42	11	11,89	13,57	0,678
	L	12,30	13	3,02	10	10,43	14,17	

Legenda: L: linear; NL: não-linear; I: item; ST: soma total; F1: Fator 1; F2: Fator 2.

Consideramos na Tabela 5 as respostas obtidas no item oito, que caracteriza a percepção que o indivíduo tem da própria perda auditiva. Neste momento, não foi estudado o questionário em

relação ao tipo de amplificação de cada usuário, e sim uma comparação do item oito considerando a pontuação obtida em cada item, a pontuação total, e os fatores 1 e 2, em toda a amostra.

TABELA 5. Comparação da percepção auditiva que o indivíduo tem da própria perda auditiva (resultado obtido no item 8 do IOI-HA), considerando a pontuação obtida em cada item, a pontuação total, fator 1 e fator 2 em todos os usuários.

Variáveis	Item 8	Média	Mediana	Desvio Padrão	Tamanho	Limite Inferior	Limite Superior	P-valor
I-1	A	4,43	5	0,76	14	4,03	4,82	0,605
	B	4,57	5	0,79	7	3,99	5,15	
I-2	A	4,29	4,5	0,83	14	3,85	4,72	0,403
	B	4,57	5	0,79	7	3,99	5,15	
I-3	A	4,21	4,5	0,89	14	3,75	4,68	0,244
	B	3,71	3	0,95	7	3,01	4,42	
I-4	A	4,71	5	0,83	14	4,28	5,15	0,479
	B	4,57	5	0,79	7	3,99	5,15	
I-5	A	4,36	4,5	0,74	14	3,97	4,75	0,176
	B	3,71	4	1,11	7	2,89	4,54	
I-6	A	4,50	5	0,85	14	4,05	4,95	0,145
	B	4,00	4	1,00	7	3,26	4,74	
I-7	A	4,36	4,5	0,74	14	3,97	4,75	0,502
	B	4,29	5	1,50	7	3,18	5,39	
ST	A	30,86	31	3,88	14	28,82	32,89	0,622
	B	29,43	30	4,24	7	26,29	32,57	
F1	A	17,79	18,5	2,58	14	16,44	19,14	0,878
	B	18,00	19	2,45	7	16,19	19,81	
F2	A	13,07	13,5	2,23	14	11,90	14,24	0,092
	B	11,43	11	2,07	7	9,89	12,96	

Legenda: I: item; ST: soma total; F1: fator 1; F2: fator 2; A: referente ao grupo A - dificuldade auditiva moderadamente severa a severa; B: referente ao grupo B - dificuldade auditiva leve a moderada.

## Discussão

Em cada grupo foram analisados os desempenhos nos testes LRSS e LRSR, onde se estabeleceu a relação S/R. Também foram analisados os resultados do IOI-HA.

O LRSS é um teste que avalia o menor nível de pressão sonora que o indivíduo é capaz de reconhecer uma sentença no silêncio. Dessa forma, trata-se de uma avaliação da amplificação sonora para sons de baixa intensidade. Os valores médios obtidos no teste LRSS nos grupos GL e GNL foram 50,56dB A e 43,34dB A respectivamente (Tabela 1). Apesar do melhor LRSS obtido no grupo de usuário de amplificação não-linear, a análise estatística realizada ( $p=0,150$ ) não indicou diferenças significantes entre os grupos estudados.

Nossos achados estão de acordo com Humes et al., (2004), que não encontraram diferenças entre a amplificação linear e WDRC quando estudaram o reconhecimento de palavras e frases apresentadas em baixa intensidade (50dB NPS). No entanto, diversos estudos indicaram um melhor desempenho da amplificação WDRC no reconhecimento de fala no silêncio, em baixos níveis de intensidade sonora (Kam e Wong, 1999; Jenstad et al., 1999; Humes et al., 1999; Souza, 2002).

Kam e Wong (1999) realizaram um estudo comparativo entre a amplificação linear e WDRC, em 20 antigos usuários de AASI. Observaram melhor desempenho com a amplificação WDRC no limiar de reconhecimento de sentenças (LRS)

realizado no silêncio, e justificaram esse achado devido ao maior ganho prescrito para sons fracos neste tipo de amplificação, comparada à linear.

Na pesquisa do LRSR encontramos a relação S/R de -2,75 e -2,37 nos grupos GL e GNL, respectivamente (Tabela 1). O teste LRSR avalia a comunicação do indivíduo em baixos níveis de intensidade sonora na presença de ruído. Os valores negativos encontrados indicam que os sinais de fala foram reconhecidos em níveis de pressão sonora inferiores ao ruído. A similaridade dos resultados, bem como a análise estatística realizada ( $p=0,8$ ) mostra que não há diferença significativa entre a relação S/R, obtida no LRS com ruído a 65dB A, em usuários de amplificação linear e não-linear. Estes resultados estão de acordo com Scharlach (1998). Para Kam e Wong (1999), Souza (2002) e Humes et al., (2004) na presença de ruído a amplificação não-linear e linear apresentam benefícios similares em relação à inteligibilidade de fala.

No entanto, a literatura é controversa quando compara o desempenho da amplificação linear e não-linear, no reconhecimento de fala em baixa intensidade, na presença de ruído. Alguns estudos sugerem melhor aproveitamento com a amplificação WDRC (Humes et al., 1999; Walden et al., 2000), outros com a amplificação linear (Hornsby e Ricketts, 2001).

Scharlach (1998) estudou 27 deficientes auditivos, usuários de amplificação linear e não-linear e avaliou o LRS com ruído a 65dB A. Os resultados da relação S/R foram 2,45 e 0,62 para usuários de amplificação linear e não-linear, respectivamente. Apesar do melhor desempenho observado na adaptação não-linear, estes resultados não foram estatisticamente significantes, indicando não haver diferença entre a adaptação linear e não-linear, no reconhecimento de fala com ruído a 65dB A.

Foram analisadas as possíveis correlações existentes entre as variáveis idades do usuário, tempo de adaptação da amplificação sonora, LRSS e relação S/R, em toda a amostra (Tabela 2). Podemos dizer que existe uma correlação considerada regular (51,9%) entre as variáveis LRSS e a relação S/R, indicando que o aumento de uma variável é acompanhado pelo o aumento da outra. Ou seja, os indivíduos que apresentam maior LRSS, também apresentam maior relação S/R, e vice-versa.

Pode-se entender a correlação regular encontrada entre os testes LRSS e LRSR (relação S/R), já que ambos avaliam a habilidade de reconhecimento de fala. Portanto, se o indivíduo

não tem uma boa discriminação dos sons no silêncio esta dificuldade, provavelmente, será encontrada no ruído, lembrando que ambas as tarefas se referem à fala em baixos níveis de intensidade.

As demais correlações foram consideradas péssimas ou ruins. Assim, pode-se dizer que os fatores idade e tempo de uso da amplificação não interferiram nos resultados obtidos no reconhecimento de fala no silêncio e no ruído, neste estudo. É importante lembrar que houve uma limitação quanto a estes critérios para a inclusão neste estudo, sendo a amostra com idades compreendidas entre 12 e 64 anos, e o tempo de uso entre três e 16 meses.

Humes et al., (2004) não encontraram diferenças entre os benefícios objetivos e subjetivos oferecidos pela amplificação sonora após um mês e seis meses de uso de próteses auditivas.

Da mesma forma, considerando os grupos de AASI linear e não-linear, correlacionou-se a idade dos usuários com os resultados da relação S/R (Tabela 3). Foi verificada uma correlação considerada regular (44,5%) entre o aumento da idade e o aumento da relação S/R nos antigos usuários de AASI linear, ou seja, quanto mais velho o usuário, maior a relação S/R obtida. A correlação obtida neste estudo pode ser explicada, uma vez que com o aumento da idade as habilidades de reconhecimento de fala vão se deteriorando devido ao envelhecimento do sistema auditivo. Dessa forma, o reconhecimento de fala em ambientes ruidosos é ainda mais comprometido em indivíduos mais velhos, usuários de próteses.

Os usuários de AASI responderam o IOI-HA e os resultados foram analisados considerando a pontuação obtida por questão, pela soma total dos itens um a sete e pela pontuação obtida nos fatores 1 e 2, e comparados entre os usuários de amplificação linear e não-linear (Tabela 4). Em nenhuma análise realizada encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre os usuários de amplificação linear e não-linear. Ou seja, a avaliação subjetiva quanto ao uso diário (I1), benefício (I2), limitação residual das atividades (I3), satisfação (I4), restrição residual da participação (I5), impacto nos outros (I6) e qualidade de vida (I7) foi semelhante nos dois grupos estudados. Da mesma forma, a análise da relação entre o indivíduo e seu aparelho (fator 1) e do indivíduo e suas relações com o mundo (fator 2) não diferiram comparando os usuários de circuitos de amplificação linear e não-linear.

Pode-se dizer que a avaliação subjetiva de próteses auditivas, aplicada neste estudo, não difere entre os usuários de amplificação linear e não-linear,

em nenhum dos aspectos estudados. Isso nos faz acreditar que o tipo de amplificação (linear e não-linear) a que o indivíduo está exposto, não determina uma melhor ou pior adaptação às próteses auditivas, pelo menos em relação aos itens avaliados no questionário aplicado. Estes resultados concordam com Scharlach (1998), Bucuvic e Lório (2003) e Humes et al., (2004) que também estudaram comparativamente a amplificação sonora linear e não-linear, por meio de questionários de auto-avaliação. Outros estudos destacam a preferência de usuários pela amplificação não-linear, devido ao conforto auditivo e normalização do crescimento da sensação de intensidade (Kam e Wong, 1999; Jenstad et al., 2000; Walden et al, 2000).

Aplicamos o IOI-HA por ser uma medida breve, abrangente, acessível a diferentes fatores culturais e sociais para uso e comparações diversas (Cox et al., 2000) enfocando, neste estudo, a comparação da amplificação sonora linear e não-linear. No entanto, apesar do caráter auto-explicativo do questionário, elaborado para ser respondido sem qualquer ajuda adicional (Cox e Alexander, 2002), neste estudo ele foi aplicado pelo pesquisador responsável, para garantir o entendimento das perguntas e respostas, pois muitos usuários avaliados tinham dificuldades na leitura e interpretação das perguntas.

Ainda em relação ao IOI-HA, podemos dizer que as médias obtidas nas análises por item foram positivas e superiores a quatro pontos, lembrando que a pontuação máxima possível por questão é cinco. Conseqüentemente, as análises da soma de todas as questões (ST), fator 1 e fator 2, também foram positivas, indicando um bom resultado subjetivo nas adaptações de próteses auditivas lineares e não-lineares (Tabela 5).

Cox e Alexander (2002) também verificaram uma alta pontuação dos indivíduos avaliados em seu estudo no questionário IOI-HA, sugerindo atitudes favoráveis a suas próteses auditivas. Comentou a provável sensibilidade do questionário para detectar indivíduos com experiência negativa em relação à amplificação sonora.

A única questão com pontuação média inferior foi obtida no item oito, indicando que os indivíduos consideram sua perda auditiva severa ou moderadamente severa (Tabela 5).

Como não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes quanto a avaliação subjetiva entre os usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares, a questão oito foi estudada considerando toda a amostra, independente do tipo de amplificação usada. As respostas do item oito, que mensuram o grau de perda auditiva sob o

ponto de vista do usuário da amplificação sonora, foram agrupadas. Os indivíduos que consideravam sua perda auditiva severa ou moderadamente severa foram incluídos no grupo A, enquanto aqueles que consideravam sua perda auditiva moderada ou leve foram incluídos no grupo B. Nenhum indivíduo foi incluído no grupo C, pois nenhum usuário de AASI, nesse estudo, considerava não ter dificuldades auditivas. Assim analisamos a pontuação obtida por item, a soma total dos itens um a sete e pela pontuação obtidas nos fatores 1 e 2, e foram comparados com a dificuldade auditiva do indivíduo (Tabela 5). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em nenhuma das análises realizadas, ou seja, tanto os indivíduos que apresentavam uma dificuldade auditiva maior quanto àqueles que referiram pouca dificuldade auditiva tiveram resultados semelhantes na avaliação da adaptação das próteses auditivas. Isso quer dizer que o grau de dificuldade auditiva referido pelo indivíduo não interfere na avaliação subjetiva da amplificação sonora.

Nossos resultados diferem dos resultados encontrados por Cox et al., (2003) que notaram uma grande correlação entre a dificuldade auditiva subjetiva e os resultados obtidos no IOI-HA, indicando que aqueles que referiam maiores dificuldades auditivas sem o aparelho eram os que mais pontuavam quanto ao uso diário, satisfação e qualidade de vida. Por outro lado demonstravam mais problemas em relação a outras pessoas.

Como podemos notar, por meio das avaliações objetivas e subjetivas realizadas, não há diferenças entre os resultados obtidos entre os de amplificação linear e não-linear. A concordância entre os dois meios de avaliação já foi mencionada em outros estudos (Scharlach, 1998; Humes et al., 2004).

Para Hickson e Thyer (2003) a percepção de fala é apenas um aspecto da avaliação da compressão, mas outras medidas como percepção da qualidade sonora e satisfação do usuário também são importantes.

## Conclusão

Nesta pesquisa, cujo objetivo foi estudar e comparar o desempenho de usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares por meio de avaliações objetivas e subjetivas concluiu-se que:

1. Não há diferenças entre o reconhecimento de fala no silêncio e no ruído nos usuários de AASI linear e não-linear.

2. Não há diferenças na avaliação subjetiva, realizada por meio do IOI-HA, entre os usuários de AASI linear e não linear.

Dessa forma, não foram verificadas diferenças entre os usuários de próteses auditivas lineares e não-lineares que indicassem uma melhor adaptação auditiva ou favorecessem o

reconhecimento de fala tanto no silêncio quanto no ruído.

Esses achados reforçam a idéia de que a adaptação de próteses auditivas é uma tarefa individual, personalizada, e portanto, as características da amplificação devem proporcionar satisfação auditiva própria para cada usuário, independentemente da maneira como o sinal sonoro é processado.

## Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, K. Avaliação dos resultados da intervenção. In: ALMEIDA, K.; IÓRIO, M. C. M. *Próteses Auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas*. 2. ed. São Paulo: Lovise, 2003. p. 357-379.
- ALMEIDA, K.; TAGUCHI, C. K. Utilização do questionário na auto-avaliação do benefício das próteses auditivas. *Pró-Fono R. Atual. Cient.*, Barueri (SP), v. 15, n. 1, p. 101-110, 2004.
- BUCUVIC, E. C.; IÓRIO, M. C. M. Próteses auditivas: estudo comparativo das dificuldades auditivas e do benefício da amplificação em pacientes usuários de amplificação não-linear e linear. *R. Ci. Med. Biol.*, v. 2, n. 1, p. 77-87, 2003.
- BUCUVIC, E. C.; IÓRIO, M. C. M. Benefício e dificuldades auditivas: um estudo em novos usuários de próteses auditivas após dois e seis meses de uso. *Fono atual*, v. 29, n. 7, p. 19-29, 2004.
- COSTA, M. J. *Lista de sentenças em português: apresentação e estratégias de aplicação na audiologia*. São Paulo: Pallotti, 1998.
- COX, R. M.; HYDE, M.; GATEHOUSE, S.; NOBLE, W.; DILLON, H.; BENTLER, R.; STEPHENS, D.; ARLINGER, S.; BECK, L.; WILKERSON, D.; KRAMER, S.; KRICOS, P.; GAGNÉ, J. P.; BESS, F.; HALLBERG, L. Optimal outcome measures, research priorities, and international cooperation. *Ear Hear.*, v. 21, n. 4, p. 106S-115S, 2000.
- COX, R. M.; ALEXANDER, G. C. The international outcome inventory for hearing aids (IOI-HA): psychometric properties of the english version. *Int. J. Audiol.*, v. 41, n. 1, p. 30-35, 2002.
- COX, R. M.; STEPHENS, D.; KRAMER, S. E. Translation of the international outcome inventory for hearing aids. (Tradução para o Português de Maria Cecília Belivacqua et al.) (IOI-HA). *Int. J. Audiol.*, v. 41, n. 1, p. 3-26, 2002.
- COX, R. M.; ALEXANDER, G. C.; BEYER, C. M. Norms for the international outcome inventory for hearing aids. *J. Am. Ac. Audiol.*, v. 14, n. 8, p. 403-413, 2003.
- DAN, I. B.; IÓRIO, M. C. M. Dificuldade e desvantagem auditivas: estudo em idosos na adaptação de próteses auditivas. *Fono atual*, v. 29, n. 7, p. 0-59, 2004.
- HICKSON, L.; THYER, N. Acoustic analysis of speech through a hearing aid: perceptual effects of changes with two channel compression. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 14, n. 8, p. 414-426, 2003.
- HORNSBY, B. W. Y.; RICKETTS, T. A. The effects of compression ratio, signal-to-noise ratio, and level on speech recognition in normal-hearing listeners. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 109, n. 6, p. 2964-2973, 2001.
- HUMES, L. E.; CHRISTENSEN, L.; THOMAS, T.; BESS, F. H.; HEDLEY-WILLIAMS, A.; BENTLER, R. A comparison of the aided performance and benefit provided by a linear and two-channel wide dynamic range compression hearing aid. *J. Speech. Lang. Hear. Res.*, v. 42, n. 1, p. 65-79, 1999.
- HUMES, L. E.; HUMES, L. E.; WILSON, D. L. A comparison of single-channel linear amplification and two-channel wide-dynamic-range-compression amplification by means of an independent-group design. *Am. J. Audiol.*, v. 13, p. 39-53, 2004.
- JENSTAD, L. M.; SEEWALD, R. C.; CORNELISSE, L. E.; SHANTZ, J. Comparison of linear gain and wide dynamic range compression hearing aid circuits: aided speech perception measures. *Ear Hear.*, v. 20, n. 2, p. 117-126, 1999.
- JENSTAD, L. M.; PUMPFORD, J.; SEEWALD, R. C.; CORNELISSE, L. E. Comparison of linear gain and wide dynamic range compression hearing aid circuits II: aided loudness measures. *Ear Hear.*, v. 21, n. 1, p. 32-44, 2000.
- KAM, A. C. S.; WONG, L. L. N. Comparison of performance with wide dynamic range compression and linear amplification. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 10, n. 8, p. 445-457, 1999.
- LINDLEY, G. Normal aided functioning: pipe dream or possibility? *Hear. J.*, v. 55, n. 7, p. 10-20, 2002.
- MENEGOTTO, I. H.; IÓRIO, M. C. M. Processamento do sinal sonoro nas próteses auditivas: compressão. In: ALMEIDA, K.; IÓRIO, M. C. M. *Próteses Auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas*. 2. ed. São Paulo: Lovise, 2003. p. 119-148.
- SCHARLACH, R. C. *Estudo comparativo do desempenho de próteses auditivas com circuito K-amp e limitação por compressão*. 1998. xx f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.
- SOUZA, P. E. Effects of compression on speech acoustics, intelligibility, and sound quality. *Trends Amplific.*, v. 6, n. 4, p. 131-160, 2002.
- WALDEN, B. E.; SURR, R. K.; CORD, M. T.; BRENT, E.; OLSON, L. Comparison of benefits provided by different hearing aid technologies. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 11, n. 10, p. 540-60, 2000.