

# Percepção de fala no ruído em idosos usuários de próteses auditivas com diferentes microfones e algoritmo de redução de ruído

## Speech perception in noise in elderly hearing aids users with different microphones and noise reduction algorithm

Sinéia Neujahr dos Santos<sup>1</sup>, Maristela Julio Costa<sup>2</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o reconhecimento de fala no ruído em idosos, novos usuários de próteses auditivas, com microfone direcional e redutor de ruído e verificar qual recurso proporciona melhor inteligibilidade de fala. **Métodos:** Participaram 36 indivíduos, entre 60 e 87 anos de idade, com perda auditiva neurosensorial de grau leve a moderadamente severo. Foi aplicado o teste Listas de Sentenças em Português Brasileiro, em campo sonoro, obtendo os Índices Percentuais de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (IPRSR) com próteses auditivas, com quatro diferentes ajustes: microfone omnidirecional (MO); redutor de ruído e microfone omnidirecional (RR+MO); microfone direcional (MD); e redutor de ruído e microfone direcional (RR+MD). **Resultados:** Quando fala e ruído incidiram a 0°/0° azimuth, a mediana dos escores de acertos dos IPRSRS foi 76,74% com o uso do MO; 84,95% com RR+MO; 84,40% com MD e 86,63% com RR+MD. Ao comparar os resultados, houve diferenças entre MO e MD; MO e RR+MD; RR+MO e MD; RR+MO e RR+MD. Quando o ruído incidiu a 0°/180° azimuth, a mediana dos IPRSRS foi de 77,4% com o uso do MO; 83,79% com RR+MO; 89,46% com MD e 91,99 com RR+MD. Ao comparar os resultados, houve diferenças entre os desempenhos com o MO e MD; MO e RR+MD; RR+MO e MD; RR+MO e RR+MD. **Conclusão:** Foram observados melhores resultados com o uso do RR e do MD nas duas situações de avaliação, porém, na situação com ruído a 0°/180° azimuth o MD proporcionou um desempenho ainda mais satisfatório.

**Descritores:** Audição; Auxiliares de audição; Percepção da fala; Perda auditiva; Idoso

### ABSTRACT

**Purpose:** To evaluate speech recognition in noise on elderly, new users of hearing aids with directional microphones and noise reduction, and check which feature provides better speech intelligibility. **Methods:** The participants were 36 individuals between 60 and 87 years old with sensorineural hearing loss from mild to moderately severe. The Sentence List test in Brazilian Portuguese was applied, in sound field, obtaining the Sentence Recognition in Noise Percentage Rates (SRNPR) with hearing aids, with four different settings: omnidirectional microphone (OM); noise reduction and omnidirectional microphone (NR + OM); directional microphone (DM); and the noise reduction and directional microphone (NR + DM). **Results:** When speech and noise focused at 0°/0° azimuth, SRNPR median scores were 76.74% with the use of OM; 84.95% with NR + OM; 84.40% with DM and 86.63% with NR + DM. When comparing results, there were differences between OM x DM; OM x NR + DM; NR + OM and DM; NR+ OM and NR+ DM. When noise focused at 0°/180° azimuth, the SRNPR median were 77.4% with the use of OM; 83.79% with NR + OM; 89.46% with DM and 91.9 with NR + DM. When comparing results, there were differences between the performances with OM e DM; OM and NR + DM; NR + OM and DM; and NR + OM and NR + DM. **Conclusion:** Better results were found with the use of NR and DM in both situations of assessment, however, in the situation with noise at 0°/180° azimuth the DM provided a more satisfactory performance.

**Keywords:** Hearing; Hearing aids; Speech perception; Hearing loss; Aged

Trabalho realizado no Serviço de Atendimento Fonoaudiológico do Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(1) Hospital Universitário de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(2) Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

**Financiamento:** Bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** SNS realizou o delineamento do estudo, coleta e análise dos dados e interpretação dos resultados; MJC orientou o trabalho e a interpretação dos resultados.

**Autor correspondente:** Sinéia Neujahr dos Santos. E-mail: sineians@gmail.com

**Recebido em:** 17/8/2015; **Aceito em:** 29/2/2016

## INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da população idosa, usuária de próteses auditivas, é compreender a fala em ambientes ruidosos<sup>(1)</sup>. A utilização desse recurso tecnológico é uma forma de minimizar os efeitos negativos da perda de audição<sup>(2)</sup>. Porém, mesmo que as próteses auditivas estejam reguladas de maneira adequada para o tipo e grau da perda, alterações relacionadas ao processo de envelhecimento podem contribuir para o agravamento e permanência das queixas de compreensão em ambientes desfavoráveis<sup>(3)</sup>.

Com o intuito de melhorar a inteligibilidade de fala e, conseqüentemente, o desempenho de seus usuários, foram desenvolvidos e incorporados às próteses auditivas algoritmos de redução de ruído e diferentes tipos de microfones, que têm, como objetivo, diminuir a relação sinal/ruído do ambiente<sup>(4,5)</sup>.

Os algoritmos de redução de ruído têm a função de atenuar a intensidade do ruído, quando este excede uma proporção determinada, em relação ao sinal de fala<sup>(6,7)</sup>, o que pode promover a inteligibilidade de fala, diminuir o desconforto aos sons e o esforço para ouvir.

Dentre os diferentes tipos de microfones, os microfones direcionais têm, como papel principal, captar, com menor sensibilidade, os sons provenientes de determinadas direções e, geralmente, são posicionados para atenuar os sons vindos de trás do indivíduo, comumente os de menos interesse<sup>(8)</sup>.

Apesar de alguns estudos<sup>(6,7,8)</sup> relatarem que esses recursos são importantes para melhorar a compreensão em ambientes ruidosos, as evidências encontradas não esclarecem se os indivíduos idosos podem se beneficiar desses ajustes.

Com base no exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o reconhecimento de fala, com ruído em diferentes ângulos de incidência, em um grupo de idosos, novos usuários de próteses auditivas, com microfone direcional e redutor de ruído e verificar qual condição proporciona a melhor inteligibilidade de fala.

## MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) número 127.520, sendo caracterizado como quantitativo longitudinal.

Participaram do estudo somente indivíduos que concordaram com a realização dos procedimentos necessários para a execução da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para isso, receberam esclarecimentos sobre os objetivos e metodologia do estudo, bem como sobre a confidencialidade dos dados e privacidade de suas identificações.

Os critérios de seleção para participação dos indivíduos na pesquisa foram:

- Ter idade igual ou superior a 60 anos;

- Diagnóstico audiológico de perda auditiva bilateral, do tipo neurosensorial de grau leve a moderadamente severo, com limiar de reconhecimento de fala de, no máximo, 65 decibels (dB) na melhor orelha;
- Nunca ter utilizado próteses auditivas;
- Fazer parte do Programa de Concessão de Próteses Auditivas do Ministério da Saúde;
- Estar em processo de adaptação bilateral dos aparelhos auditivos de tecnologia tipo B, com microfone direcional e redutor de ruído, que foram os recursos analisados nesta pesquisa.

Os pacientes avaliados compareceram para a fase de adaptação das próteses auditivas no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. Nas consultas, as próteses foram entregues aos pacientes, que foram orientados quanto ao uso, manuseio e cuidados.

O indivíduo que, por algum motivo, não aceitou ou desistiu de participar da pesquisa, não cumpriu os critérios de seleção, ou apresentou algum fator que pudesse interferir na avaliação, tais como doença de orelha externa e/ou média, ou histórico de alteração neurológica e/ou fatores cognitivos e articulatórios foi excluído deste estudo, dando continuidade aos procedimentos usuais do serviço.

Assim, fizeram parte desta pesquisa 36 idosos, com idades entre 60 e 87 anos. Destes, 12 eram do gênero feminino e 24 do gênero masculino.

Antes de realizar a primeira avaliação, foi efetuada uma anamnese, que forneceu informações referentes a dados pessoais, queixas auditivas, história otológica, tempo da perda auditiva, hábitos de vida diária e nível de escolaridade dos participantes.

Foram selecionados para esta pesquisa dois modelos de próteses auditivas, de marcas diferentes. Entretanto, ambos possuem o mesmo tipo de microfone direcional, hipercardioide, e o mesmo tipo de redutor de ruído, por modulação multibanda, com atenuação de nove decibels, quando acionados no máximo. Essas próteses auditivas fazem parte dos aparelhos de tecnologia tipo B, descritos no instrutivo de reabilitação auditiva do Programa de Atenção a Saúde Auditiva do Ministério da Saúde (portaria GM 793 de 24 de abril de 2012 e Portaria GM 835 de 25 de abril de 2012).

As próteses auditivas de todos os indivíduos avaliados foram programadas conforme o ganho prescrito, segundo a regra prescritiva NAL-NL1, presente nos *softwares* de programação. O ganho não foi alterado entre as consultas, somente a ativação, ou não, dos algoritmos, foi modificada. Para proporcionar melhor percepção dos algoritmos durante as semanas de uso, os ajustes selecionados em cada consulta foram mantidos fixos e o controle de volume do usuário foi desativado.

A ativação, ou não, dos ajustes analisados nesta pesquisa foi realizada em quatro consultas, sempre ao final de cada uma, e foi escolhida de forma randomizada, para diminuir as chances de o desempenho do sujeito estar relacionado a uma determinada seqüência de ativações.

Assim, houve quatro possibilidades de programação dos ajustes:

- Redutor de ruído desativado e microfone omnidirecional;
- Redutor de ruído ativado e microfone omnidirecional;
- Redutor de ruído desativado e microfone direcional;
- Redutor de ruído ativado e microfone direcional.

Quando acionados esses ajustes, a direcionalidade do microfone foi mantida fixa e o redutor de ruído ligado no máximo permitido.

A fim de avaliar a compreensão de fala, os indivíduos foram submetidos à pesquisa do Limiar de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (LRSR), sem a prótese auditiva, e ao Índice Percentual de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (IPRSR), sem e com prótese auditiva, em campo sonoro, com ruído incidente a 0°/180° azimute.

A obtenção do LRSR e IPRSRS foi realizada em diferentes momentos, consistindo em cinco avaliações para cada sujeito. A primeira avaliação foi realizada na consulta de adaptação das próteses auditivas, sem a sua utilização. Já na segunda, terceira, quarta e quinta consultas, denominadas retornos de acompanhamento, as avaliações foram realizadas com o uso das próteses auditivas, reguladas no final da consulta anterior. O intervalo de uso das próteses foi de 14 a 24 dias, entre as consultas.

Os LRSR e os IPRSRS foram obtidos por meio do teste Listas de Sentenças em Português<sup>(9)</sup> (LSP), constituído por uma lista de 25 sentenças, outras sete listas com dez sentenças e um ruído com espectro de fala. As sentenças e o ruído estão gravados em CD, em canais independentes.

As medidas desta pesquisa foram obtidas em cabine tratada acusticamente, utilizando-se um audiômetro digital de dois canais, marca Fonix®, modelo FA-12 e um sistema de amplificação para audiometria em campo sonoro, modelo TA 1010. As sentenças foram apresentadas em um CD *Player* na marca Toshiba®, modelo 4149, na opção *lineout*, acoplada ao audiômetro.

A aplicação do teste foi realizada em ambiente acusticamente tratado, em campo sonoro e com o indivíduo posicionado a um metro das caixas acústicas, dispostas a 0°/0° azimute e 0°/180° azimute, nos planos vertical e horizontal, respectivamente. A fala manteve-se fixa na caixa da frente (0°/0° azimute), quando o ruído, primeiramente, foi apresentado na caixa da frente (0°/0° azimute) e, posteriormente, na caixa de trás (0°/180° azimute).

A técnica para apresentação das sentenças para o LRSR baseou-se na estratégia sequencial ou adaptativa, que permite determinar o limiar de reconhecimento de fala, que é o nível necessário para o indivíduo identificar, de forma correta, aproximadamente 50% dos estímulos de fala apresentados. A escolha das listas foi baseada na ordem de apresentação gravada no CD.

O procedimento da pesquisa dos LRSR consistiu na apresentação de um estímulo em um determinado nível, obtido após o treino do teste, realizado com a lista 1A. Se o indivíduo

foi capaz de reconhecer corretamente o estímulo de fala, o seu nível de apresentação foi diminuído. Caso contrário, foi aumentado. Este procedimento foi repetido até o final da lista. Foram utilizados intervalos de 2,5 dB, após a primeira mudança no padrão de resposta do paciente. Foram pesquisados dois limiares, um deles obtido com ruído a 0° azimute e outro com ruído a 180° azimute.

Já na pesquisa do IPRSRS, a apresentação das sentenças permaneceu fixa no valor obtido nos LRSRS, encontrados para cada indivíduo<sup>(10)</sup>. Foram obtidos dois índices, um deles com ruído a 0°/0° azimute e outro com ruído a 0°/180° azimute. Os IPRSRS foram pontuados considerando-se, como erro, somente a(s) palavra(s) omitida(s) ou repetida(s) de maneira incorreta<sup>(11)</sup>. Tanto na pesquisa dos limiares quanto dos índices, o ruído permaneceu constante a 65 dB NPS (A).

Após o cálculo dos IPRSRS nas diferentes condições de testagem (ruído a 0/180° graus azimute) e com as distintas possibilidades de ativação dos algoritmos (reductor de ruído desativado e microfone omnidirecional; reductor de ruído desativado e microfone direcional; reductor de ruído ativado e microfone omnidirecional; reductor de ruído desativado e microfone direcional; e reductor de ruído ativado e microfone direcional) estes foram analisados e comparados estatisticamente.

A fim de verificar a distribuição normal ou não das variáveis, foi utilizado o teste de Lilliefors. Como as variáveis apresentaram distribuição não normal, foram comparadas pelo teste de Wilcoxon para dados não paramétricos. Foi utilizado o intervalo de confiança de 95%, que considera significância estatística  $p \leq 0,05$ . Para a análise descritiva dos dados, foram considerados, como referência, os valores das medianas.

## RESULTADOS

Fizeram parte deste estudo 36 indivíduos, com idades entre 60 e 87 anos (média 73,5 anos), sendo 12 do gênero feminino e 24 do gênero masculino. Quanto ao tipo e grau da perda auditiva desses sujeitos, na orelha direita, os 36 apresentaram perda auditiva neurossensorial de grau moderado. Já na orelha esquerda, 3 apresentaram perda auditiva neurossensorial de grau leve, 23, perda auditiva neurossensorial de grau moderado, 9, perda auditiva neurossensorial de grau moderadamente severo e 1 apresentou perda auditiva neurossensorial de grau severo. Em relação à escolaridade dos participantes, 2 eram analfabetos, 13 possuíam entre 1 e 4 anos de estudos, 20 possuíam entre 5 e 8 anos de estudos e 1 tinha entre 9 e 10 anos de estudos.

Os valores mínimos, máximos, desvios padrão, médias e medianas do IPRSRS e comparação entre as diferentes programações, com ruído incidente na posição frontal (0° azimute), estão expostos na Tabela 1.

Na Tabela 2, estão apresentadas as mesmas variáveis, porém com valores referentes ao ruído incidente na posição posterior (180° azimute).

**Tabela 1.** Dados descritivos do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído e comparação entre as diferentes programações (ruído 0/0° azimuth)

IPRSR/0°	Mínimo	Máximo	DP	Média	Mediana	Valor de p
MO	35,20	100,00	13,96	74,31	76,74	0,002055*
RR+MO	42,40	100,00	12,66	82,90	84,95	
MO	35,20	100,00	13,96	74,31	76,74	0,001009*
MD	52,27	100,00	14,20	83,65	84,40	
MO	35,20	100,00	13,96	74,31	76,74	0,005820*
RR+MD	48,46	100,00	10,94	83,18	84,46	
RR+MO	42,40	100,00	12,66	82,90	84,95	0,871132
MD	52,27	100,00	14,20	83,65	84,40	
RR+MO	42,40	100,00	12,66	82,90	84,95	0,626496
RR+MD	48,46	100,00	10,94	83,58	84,63	
MD	52,27	100,00	14,20	83,65	84,40	0,871132
RR+MD	48,46	100,00	10,94	83,58	84,63	

\*Valores significativos ( $p \leq 0,05$ ) – Teste de Wilcoxon

**Legenda:** DP = desvio padrão; IPRSRS = Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído; 0° = Ruído na posição frontal; MO = microfone omnidirecional; MD = microfone direcional; RR+MO = redutor de ruído e microfone omnidirecional; RR+MD = redutor de ruído e microfone direcional

**Tabela 2.** Dados descritivos do índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído e comparação entre as diferentes programações (ruído 0°/180° azimuth)

IPRSR/180°	Mínimo	Máximo	DP	Média	Mediana	Valor de p
MO	43,29	100,00	17,06	75,54	77,40	0,122713
RR+MO	43,03	100,00	15,00	81,56	83,76	
MO	43,29	100,00	17,06	75,54	77,40	0,000200*
MD	63,37	100,00	9,97	89,39	89,46	
MO	43,29	100,00	17,06	75,54	77,40	0,000019*
RR+MD	57,08	100,00	10,45	89,54	91,99	
RR+MO	43,03	100,00	15,00	81,56	83,76	0,017960*
MD	63,37	100,00	9,97	89,39	89,46	
RR+MO	43,03	100,00	15,00	81,56	83,76	0,001542*
RR+MD	57,08	100,00	10,45	89,54	91,99	
MD	63,37	100,00	9,97	89,39	89,46	0,859684
RR+MD	57,08	100,00	10,45	89,54	91,99	

\*Valores significativos ( $p \leq 0,05$ ) – Teste de Wilcoxon

**Legenda:** DP = desvio padrão; IPRSRS = Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído; MO = microfone omnidirecional; MD = microfone direcional; RR+MO = redutor de ruído e microfone omnidirecional; RR+MD = redutor de ruído e microfone direcional; 180° = ruído na posição posterior

A média e mediana do desempenho dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0° azimuth, estão descritas na Figura 1.

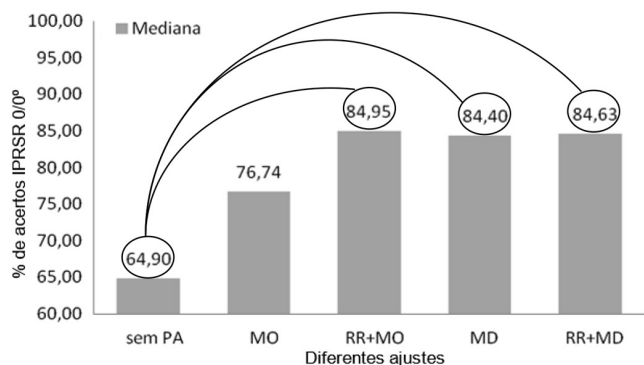
Na Figura 2, estão expostos os desempenhos com ruído a 180° azimuth.

## DISCUSSÃO

Pôde-se observar que houve diferença entre os desempenhos obtidos com o microfone omnidirecional, em relação às outras três possibilidades de ajustes, quando o ruído foi incidente da posição frontal (Tabela 1). Este resultado pode demonstrar que os desempenhos dos sujeitos, nesta condição de avaliação,

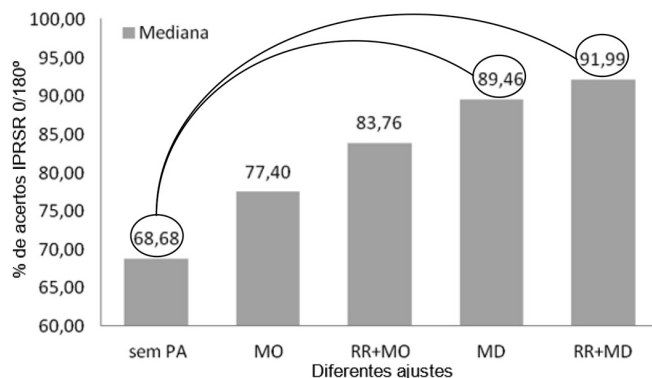
foram melhores, tanto com o redutor de ruído ou microfone direcional ativado, quanto com esses dois ajustes associados, em relação ao desempenho com o microfone omnidirecional. Observou-se, também, que o menor escore de acertos foi encontrado quando somente o microfone omnidirecional estava ativado.

Ao comparar os desempenhos dos indivíduos com ruído à 0°/180° azimuth, houve significância estatística entre os escores de acertos, nas condições em que o microfone direcional, ou este associado ao redutor de ruído, foi comparado às outras duas possibilidades de ativação dos ajustes (Tabela 2). Assim, com base nestes achados, pode-se inferir que, quando o ruído esteve atrás do indivíduo, o microfone direcional, ou este



**Legenda:** IPRSR = Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído; sem PA = sem prótese auditiva; MO = microfone omnidirecional; RR+MO = redutor de ruído e microfone omnidirecional; MD = microfone direcional; RR+MD = redutor de ruído e microfone direcional

**Figura 1.** Desempenho dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0°/0° azimuth



**Legenda:** IPRSR = Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído; sem PA = sem prótese auditiva; MO = microfone omnidirecional; RR+MO = redutor de ruído e microfone omnidirecional; MD = microfone direcional; RR+MD = redutor de ruído e microfone direcional

**Figura 2.** Desempenho dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0°/180° azimuth

associado ao redutor de ruído, proporcionou melhor desempenho comunicativo. Ainda, pôde-se visualizar que o menor escore de acertos encontrado foi quando o redutor de ruído e o microfone omnidirecional estavam ativados.

Com base nesses resultados, pode-se sugerir que, quando fala e ruído provêm da mesma fonte sonora, e esta se localiza na frente do sujeito, tanto o redutor de ruído, como o microfone direcional, ou os dois ativados, promovem melhor reconhecimento de fala, se comparados ao uso somente do microfone omnidirecional. Já quando o ruído vem de trás, o microfone direcional mostra-se essencial para proporcionar melhora na comunicação.

Embora estudos<sup>(12,13,14)</sup> tenham relatado que o algoritmo de redução de ruído não proporciona melhora na inteligibilidade de fala e que pode trazer, como consequência, distorção nos sinais de fala<sup>(3)</sup>, são achados que diferem dos mencionados nesta pesquisa.

Mesmo que, ao reduzir a interferência de ruído dominante

ao sinal total, o redutor de ruído diminua o ganho em frequências nas quais não seja dominante, ocorrendo grandes chances de perda de informações que contribuem para a inteligibilidade<sup>(3)</sup>, pôde-se verificar que, na presente pesquisa, ele contribuiu positivamente para o aumento do escore de acertos, promovendo melhor desempenho, principalmente quando o ruído incidiu de frente para o indivíduo.

Esses achados podem ser justificados pelo fato dos algoritmos de redução de ruído atenuarem o esforço ao escutar, tornando sons aversivos menos desconfortáveis, melhorando o conforto dos sons, de uma maneira geral<sup>(15,16,17,18)</sup> e proporcionando melhor qualidade sonora<sup>(19,20)</sup>. Sendo assim, a capacidade cognitiva dos sujeitos é liberada<sup>(21)</sup> para realizar fechamento auditivo e, desta forma, aumentar as chances de melhorar a compreensão de fala, com base no contexto<sup>(22)</sup>.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é o tipo de ruído utilizado na avaliação dos sujeitos, pois quando os espectros da fala e ruído foram semelhantes, não foram evidenciadas melhorias na percepção da fala. Assim, uma vez que fala e ruído se sobrepõem, o sinal de fala, provavelmente, também é atenuado pela subtração espectral<sup>(23)</sup>.

Quanto ao microfone direcional, pôde-se observar que promoveu melhor desempenho, tanto com o ruído incidindo na frente, quanto atrás, sendo indispensável nesta última condição. Este resultado justifica-se, uma vez que os microfones direcionais promovem melhor compreensão de fala em situações onde o som de interesse e o ruído são espacialmente separados. Assim, esta pode ser a melhor estratégia para proporcionar elevação na relação sinal/ruído, que pode ser, em média 3 a 4 dB maior, em ambientes com baixa reverberação<sup>(24,25)</sup>.

Em geral, os maiores escores no reconhecimento de fala com microfone direcional foram observados em condições experimentais, sempre que o estímulo foi apresentado em frente ao ouvinte e a fonte de ruído fixada atrás<sup>(19,26,27)</sup>. Porém, quando o sinal de interesse veio de trás do ouvinte, o reconhecimento de fala pôde ser considerado pobre ou limitado<sup>(19)</sup>. Por mais que a presença de reverberação, fontes de ruído difusas, ou outras condições acústicas mais realistas possam resultar em poucas melhorias, no que se refere à inteligibilidade, um estudo relatou que, mesmo em situações de ruído difuso, com diversos tipos de ruídos e relações S/R, quando o som de interesse tem origem na frente do ouvinte, melhores desempenhos são encontrados com o uso do microfone direcional<sup>(19)</sup>.

Observou-se que na situação de ruído a 0°/0°, a mediana de acertos foi maior quando as próteses auditivas estavam configuradas com o redutor de ruído, microfone omnidirecional e os dois ajustes ativados, sendo, aproximadamente, 20% maior em relação ao desempenho sem prótese auditiva e 8% maior em relação ao uso somente do microfone omnidirecional (Figura 1). Já quando o ruído foi apresentado a 0°/180° azimuth, as medianas de acertos foram maiores com o microfone direcional e quando este estava associado ao redutor de ruído, proporcionando um escore de acertos em torno de 22% maior em relação à

mesma situação sem prótese auditiva e, aproximadamente, 13% melhor em relação ao microfone omnidirecional (Figura 2).

Com base nestes achados, constata-se que, quando o ruído está espacialmente separado da fonte sonora de interesse, a inteligibilidade de fala é menos deteriorada, se comparado à situação em que ambos têm, como origem, a mesma direção. Quando o ruído vem dos lados do sujeito e o som de interesse vem da frente, o efeito sombra da cabeça atenua o ruído<sup>(28)</sup>. Quando o ruído vem de trás, o microfone direcional atua para que este seja captado com menor sensibilidade e, com o auxílio do redutor de ruído, promove o melhor desempenho nesta situação. Porém, o redutor de ruído, atuando isoladamente nesta condição, não é eficiente para melhorar a compreensão de fala.

Com base nos resultados encontrados neste estudo, pode-se sugerir que, em ambientes ruidosos, nos quais fala e ruído incidem da mesma direção, o uso de somente o redutor de ruído ou microfone direcional, quando os dois ajustes estão associados, promovem o aumento do escore de acertos. Já quando o ruído é proveniente de trás, o microfone direcional é imprescindível para melhor reconhecimento de fala.

Assim, sugere-se que, em indivíduos idosos com queixas de dificuldade de compreensão de fala no ruído, o redutor de ruído seja utilizado como ajuste padrão da programação. Já em relação ao microfone direcional, por mais que resultados satisfatórios sejam encontrados e, nesta pesquisa, ele tenha se mostrado fundamental quando a origem do ruído foi de trás do sujeito, sua ativação de maneira fixa não é recomendada, uma vez que pode interferir na compreensão de fala em ambientes silenciosos e diminuir a consciência dos sons ambientais<sup>(29)</sup>. Assim, é aconselhado combinar microfones direcionais e omnidirecionais. Uma possibilidade de combinação seria ajustar um dos ouvidos com microfone direcional e outro com microfone omnidirecional, o que já demonstrou desempenho na compreensão de fala, próximo ou comparável ao desempenho com uso de microfones direcionais em ambas as próteses auditivas<sup>(21,29)</sup>. Outras opções seriam o microfone direcional adicionado em outro programa, ou mesmo o uso do microfone direcional adaptativo, que alterna, automaticamente, entre microfone omnidirecional ou direcional, caso o ruído seja detectado.

Mesmo que as evidências encontradas mostrem resultados positivos na comunicação, vale ressaltar, entretanto, que o uso desses recursos deve ser cuidadosamente selecionado. Uma vez que ocorrem mudanças no processamento do sinal, esses ajustes podem degradar a informação em idosos com declínio cognitivo<sup>(30)</sup>.

## CONCLUSÃO

O redutor de ruído e o microfone direcional proporcionaram melhor desempenho no teste de fala no ruído, sendo que o microfone direcional mostrou um efeito ainda mais evidente quando o ruído incidiu de trás do indivíduo.

## REFERÊNCIAS

1. Humes LE, Dubno JR, Gordon-Salant S, Lister JJ, Cacace AT, Cruickshanks KJ et al. Central presbycusis: a review and evaluation of the evidence. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(8):635-66. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.23.8.5>
2. Iwahashi JH, Jardim IS, Sizenando CS, Bento RF. Protocolo de seleção e adaptação de prótese auditiva para indivíduos adultos e idosos. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2011;15(2) 214-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-48722011000200015>
3. Arehart K, Souza P, Baca R, Kates J. Working memory, age, and hearing loss: susceptibility to hearing aid distortion. *Ear Hear*. 2013;34(3):251-60. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e318271aa5e>
4. Peeters H, Kuk F, Lau C, Keenan D. Subjective and objective evaluation of noise management algorithms. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(2):89-98. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.20.2.2>
5. Quintino CA, Mondelli MFCG, Ferrari DV. Direcionalidade e redução de ruído em AASI: percepção de fala e benefício. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(5):630-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000500016>
6. Bentler R, Chiou LK. Digital noise reduction: an overview. *Trends Amplif*. 2006;10(2):67-82. <http://dx.doi.org/10.1177/1084713806289514>
7. Blamey P, Fiket H, Steele B. Improving speech intelligibility in background noise with an adaptive directional microphone. *J Am Acad Audiol*. 2006;17(7):519-30. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.17.7.7>
8. Cornelis B, Moonen M, Wouters J. Speech intelligibility improvements with hearing aids using bilateral and binaural adaptive multichannel Wiener filtering based noise reduction. *J Acoust Soc Am*. 2012;131(6):4743-55. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4707534>
9. Costa MJ. Lista de sentenças em português: apresentação e estratégias de aplicação na audiolgia. Santa Maria: Pallotti; 1998.
10. Santos SN, Petry T, Costa MJ. Índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído: efeitos da aclimatização no indivíduo avaliado sem as próteses auditivas. *Rev CEFAC*. 2010;12(5):733-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462010005000019>
11. Costa MJ, Santos SN, Lessa AH, Mezzomo CL. Proposta de aplicação do Índice Percentual de Reconhecimento de Sentenças em indivíduos com distúrbio de audição. *CoDAS*. 2015;27(2):148-54. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20150000316>
12. Hu Y, Loizou P. A comparative intelligibility study of single-microphone noise reduction algorithms. *J Acoust Soc Am*. 2007;122(3):1777-86. <http://dx.doi.org/10.1121/1.2766778>
13. Luts H, Eneman K, Wouters J, Schulte M, Vormann M, Buechler M et al. Multicenter evaluation of signal enhancement algorithms for hearing aids. *J Acoust Soc Am*. 2010;127(3):1491-505. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3299168>
14. Loizou P, Kim G. Reasons why current speech-enhancement algorithms do not improve speech intelligibility and suggested solutions. *IEEE Trans Audio Speech Lang Process*. 2011;19(1):47-

56. <http://dx.doi.org/10.1109/TASL.2010.2045180>
15. Zakis J, Hau J, Blamey P. Environmental noise reduction configuration: Effects on preferences, satisfaction, and speech understanding. *Int J Audiol*. 2009;48(12):853-67. <http://dx.doi.org/10.3109/14992020903131117>
16. Brons I, Houben R, Dreschler W. Perceptual effects of noise reduction with respect to personal preference, speech intelligibility, and listening effort. *Ear Hear*. 2013;34(1):29-41. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31825f299f>
17. Lowery K, Plyler P. The effects of noise reduction technologies on the acceptance of background noise. *J Am Acad Audiol*. 2013;24(8):649-59. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.24.8.2>
18. Desjardins J, Doherty K. The effect of hearing aid noise reduction on listening effort in hearing-impaired adults. *Ear Hear*. 2014;35(6):600-10. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0000000000000028>
19. Ricketts T, Galster J, Tharpe A. Directional benefit in simulated classroom environments. *Am J Audiol*. 2007;16(2):130-44. [http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889\(2007/017\)](http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889(2007/017))
20. DiGiovanni J, Davlin E, Nagaraj N. Effects of transient noise reduction algorithms on speech intelligibility and ratings of hearing aid users. *Am J Audiol*. 2011;20(2):140-50. [http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889\(2011/10-0007\)](http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889(2011/10-0007))
21. Hornsby B. The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. *Ear Hear*. 2013;34(5):523-34. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31828003d8>
22. Sarampalis A, Kalluri S, Edwards B, Hafter E. Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. *J Speech Lang Hear Res*. 2009;52(5):1230-40. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0111\)](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0111))
23. Jin IK, Kates JM, Arehart KH. The effect of noise envelope modulation on quality judgments of noisy speech. *J Acoust Soc Am*. 2012;132(4):EL277. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4748343>
24. Kuk F, Keenan D. Efficacy of a reverse cardioid directional microphone. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(1):64-73. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.23.1.7>
25. Wu YH, Bentler RA. Use of directional microphone technologies to improve user performance in noise. In: Metz TJ. *Sandlin's textbook of hearing aid amplification: technical and clinical considerations*. 3th ed. San Diego: Plural Publishing, 2014. p. 187-220.
26. Wu YH, Bentler RA. The influence of audiovisual ceiling performance on the relationship between reverberation and directional benefit. *Ear Hear*. 2012;33(5):604-14. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31825641e4>
27. Wu YH, Bentler RA. Clinical measures of hearing aid directivity: assumption, accuracy, and reliability. *Ear Hear*. 2012;33(1):44-56. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e3182292107>
28. Rychtáriková M, Bogaert T, Vermeir G, Wouters J. Perceptual validation of virtual room acoustics: sound localization and speech understanding. *Appl Acoust*. 2011;72(4):196-204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.11.012>
29. Cord M, Walden B, Surr R, Dittberner A. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. *J Am Acad Audiol*. 2007;18(3):245-56. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.18.3.6>
30. Arehart KH, Souza P, Baca R, Kates JM. Working memory, age and hearing loss: susceptibility to hearing aid distortion. *Ear and Hearing*. 2013;34(3):251-60. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e318271aa5e>