

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA  
COMUNICAÇÃO HUMANA**

**PERCEPÇÃO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS  
DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES  
MICROFONES E ALGORITMO REDUTOR DE RUÍDO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Sinéia Neujahr dos Santos**

Santa Maria, RS, Brasil

2015

# **PERCEPÇÃO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO REDUTOR DE RUÍDO**

**Sinéia Neujahr dos Santos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Área de Concentração em Audição: Diagnóstico, Habilitação e Reabilitação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Distúrbios da Comunicação Humana.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maristela Julio Costa**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado**

**PERCEPÇÃO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES  
AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO  
REDUTOR DE RUÍDO**

elaborada por  
**Sinéia Neujahr dos Santos**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Maristela Julio Costa, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)

**Isabela Hoffmeister Menegotto, Dr<sup>a</sup>.** (UFCSPA)

**Eliara Pinto Vieira Biaggio, Dr<sup>a</sup>.** (UFSM)

**Michele Vargas Garcia, Dr<sup>a</sup>.** (UFSM)

**Sônia Maria Figueira Bortoluzzi, Dr<sup>a</sup>.**

Santa Maria, 15 de janeiro de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, pela dedicação e esforços dispensados para o aprimoramento deste Curso. Tenho muito orgulho de ter feito parte da primeira turma de doutorado.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maristela Julio Costa, pela confiança, incentivo e ensinamentos que foram fundamentais ao longo destes anos.

Aos membros da banca, Dr<sup>a</sup> Sônia Maria Figueira Bortoluzzi, Dr<sup>a</sup> Isabela Hoffmeister Menegotto, Dr<sup>a</sup> Eliara Pinto Vieira Biaggio e Dr<sup>a</sup> Michele Vargas Garcia, pelo precioso tempo despendido e valiosas contribuições.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Doutorado.

Ao meu grande amor, Tarcisio, por estar sempre ao meu lado, me acolher com sua doçura e me acalmar com palavras de carinho, força e incentivo.

À minha família, especialmente minha mãe Véra, pelo amor incondicional.

Às minhas amigas, pelos momentos de descontração, palavras de força e incentivo. Vocês deixam minha vida mais leve e colorida.

À Ediane Fuchs Oliveira, por ter feito eu descobrir uma força interior que não imaginava possuir, por me conduzir a vencer os desafios da vida e por acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava. Muito obrigada, de coração!

A Deus, por tomar conta da minha mente e do meu coração.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PERCEPÇÃO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO REDUTOR DE RUÍDO**

AUTORA: SINÉIA NEUJAHR DOS SANTOS  
ORIENTADORA: MARISTELA JULIO COSTA

**OBJETIVOS:** Avaliar o efeito do redutor de ruído e do microfone direcional na percepção de fala no ruído, em idosos, novos usuários de próteses auditivas, e verificar qual recurso proporcionou melhor inteligibilidade de fala; investigar a autopercepção do desempenho com o uso das próteses auditivas com diferentes ajustes e analisar se há relação com o reconhecimento de fala na presença de ruído; identificar o melhor desempenho dos idosos novos usuários de próteses e analisar quais aspectos influenciaram: ajustes das próteses auditivas e/ou fatores individuais como grau e configuração da perda auditiva, triagem cognitiva e habilidades de figura-fundo para sons verbais e ordenação temporal auditiva. **MÉTODOS:** O grupo estudado foi composto por 36 indivíduos, com idade entre 60 e 87 anos, perda auditiva neurosensorial de grau leve a moderadamente severo, em processo de adaptação das próteses auditivas. Os mesmos foram avaliados por meio do teste Listas de Sentenças em Português Brasileiro, em campo sonoro, e assim obtidos os índices percentuais de reconhecimento de sentenças no ruído (IPRSR) com as próteses auditivas, com diferentes ajustes: microfone omnidirecional, redutor de ruído e microfone omnidirecional, microfone direcional, e redutor de ruído e microfone direcional. Para investigar a autopercepção com as diferentes programações, foi aplicado o questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas, desenvolvido para este estudo. Já para averiguar os fatores que pudessem influenciar no desempenho do idoso com o uso das mesmas, foram utilizadas as médias tritonais das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz e 3000, 4000 e 6000 Hz. Também foram aplicados os seguintes testes: triagem cognitiva, teste dicótico de dígitos, e teste padrão de duração. **RESULTADOS:** Em relação aos resultados do teste LSP, quando fala e ruído foram apresentados a 0°/0° azimute, as medianas dos escores de acertos do IPRSRS foram de 76,74% com o microfone omnidirecional; 84,95% com o redutor de ruído e microfone omnidirecional; 84,40% com o microfone direcional; e 86,63% com o redutor de ruído e microfone direcional. Já quando o ruído foi apresentado a 0°/180°, as medianas foram de 77,4% com microfone omnidirecional 83,79% com o redutor de ruído e microfone omnidirecional; 89,46% com o microfone direcional; e 91,99 com o redutor de ruído e microfone direcional. Não foi encontrada correlação entre os IPRSRS obtidos com os diferentes ajustes e a pontuação do questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas. Uma vez que avaliações clínicas tendem a mostrar resultados divergentes em relação aos encontrados em questionários de autoavaliação, medidas objetivas e subjetivas devem ser associadas para a verificação de possíveis benefícios proporcionados pelo microfone direcional e redutor de ruído. Quando fala e ruído vieram da mesma direção (0°/0° azimute), não houve predominância um dos ajustes no melhor desempenho no IPRSRS. Já na condição que o ruído incidiu atrás do sujeito (0°/180° azimute), o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído foram imprescindíveis para o melhor desempenho. Houve correlação entre o IPRSRS a 0°/0° e o teste dicótico de dígitos. **CONCLUSÕES:** Foram observados melhores resultados no teste de sentenças no ruído com o uso do redutor de ruído e do microfone direcional nas duas situações de avaliação, porém, quando fala e ruído estavam separados espacialmente, o microfone direcional proporcionou um desempenho ainda mais satisfatório. Em relação autopercepção do desempenho com o uso de próteses auditivas, não foi encontrada correlação entre os resultados do questionário e do teste de fala no ruído, com as quatro diferentes possibilidades de ajustes analisadas neste estudo. Quanto aos aspectos que pudessem influenciar do desempenho com as próteses auditivas, sugere-se que a habilidade auditiva de figura-fundo para sons verbais, mostrou ter influência no desempenho comunicativo do idoso quando o ruído incidiu a 0°/0°; já a 0°/180°, o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído auxiliaram o indivíduo a responder os estímulos apresentados de maneira mais eficiente.

**Palavras-chave:** auxiliares de audição, discriminação de fala, perda auditiva, transtornos da percepção auditiva, idoso.

## **ABSTRACT**

Doctoral Thesis  
Post-graduation Program in Human Communication Disorders  
Universidade Federal de Santa Maria

### **SPEECH PERCEPTION IN ELDERLY HEARING AID USERS WITH DIFFERENT MICROPHONES AND NOISE REDUCTION ALGORITHM**

**AUTHOR: SINÉIA NEUJAHR DOS SANTOS**

**ADVISER: MARISTELA JULIO COSTA**

**OBJECTIVE:** To evaluate speech recognition in noise on elderly people, new users of hearing aids with directional microphones and noise reduction, and check which feature provides better speech intelligibility; to investigate the perception of performance of elderly people, with the use of hearing aids with different settings, and check for relationship with speech recognition in noise; and to identify the best performance of the elderly in speech tests and analyze which aspects influence the results: adjustments of the hearing aids and / or degree and configuration of hearing loss, performance on cognitive screening and listening skills. **METHODS:** Participated 36 individuals between 60 and 87 years with mild to moderately severe sensorineural hearing loss. Brazilian Portuguese Sentences Lists test was applied, in free field, obtaining the sentence recognition indexes in noise (SRIN) with hearing aids, with four different settings: omnidirectional microphone; noise reduction and omnidirectional microphone; directional microphone and the noise reduction and directional microphone. As for the self-perception with different schedules, a questionnaire was applied with the use of hearing aids, developed for this research. To investigate the factors that could influence the elderly's performance with the use of hearing aids, it was considered: tritonal average 500.1000 and 2000 Hz and 3000, 4000 and 6000 Hz; Mini mental state examination results, dichotic digits test and standard duration. **RESULTS:** When speech and noise focused 0°/0° azimuth, SRIN scores were 76.74% using omnidirectional microphone; 84.95% with noise reduction and omnidirectional microphone; 84.40% directional microphone; and 86.63% with noise reduction and directional microphone. When noise focused 0°/180°, median SRIN were 77.4% with omnidirectional microphone use; 83.79% with noise reduction and omnidirectional microphone; 89.46% with directional microphone; and 91.99 with noise reduction and directional microphone. There was no correlation between the SRIN obtained with the different settings and the self-perception questionnaire score with the use of hearing aids. Since clinical evaluations tend to show conflicting results regarding those found in self-assessment questionnaires, objective and subjective measures must be linked to the verification of possible benefits provided by the directional microphone and noise reduction. When speech and noise came from the same direction (0/0 ° azimuth), there was no predominance of the settings in the best performance in SRIN. In the condition that the noise focused behind the subject (0/180 ° azimuth), the directional microphone and the associated noise reduction were essential for the best performance. There was a correlation between the SRPRN 0/0 ° and the dichotic digits test. **CONCLUSION:** Better results were seen with the noise reduction and directional microphone use in both situations evaluation, however, the situation with noise at 0°/180° the directional microphone provided a more satisfactory performance. There was no relationship between the performance of self-perception questionnaire with the use of hearing aids and speech recognition in noise, with different possibilities of adjustment. The ability of figure-ground for verbal sounds showed influence the communicative performance of the elderly user of hearing aids, when speech and noise came from the same direction. But when speech and noise are spatially separated, the directional microphone and the associated noise reduction helped the individual to respond the stimuli presented more efficiently.

**Keywords:** hearing aids, speech discrimination, hearing loss, auditory perceptual disorders, aged.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Tipos de onda sonora.....	21
Figura 02 - Sobreposição das ondas sonoras de fala e ruído.....	22
Figura 03 - Imagem espectrográfica da fala.....	23
Figura 04 - Sinal de fala e ruído sobrepostos, onda e espectrograma estimados do ruído.....	24
Figura 05 - Onda sonora da fala e ruído antes e depois da atuação do algoritmo.....	25
Figura 06 - Representação esquemática de um microfone omnidirecional.....	27
Figura 07 - Representação esquemática de um microfone direcional com um único microfone.....	28
Figura 08 - Representação esquemática de um microfone direcional com dois microfones.....	29
Figura 09 - Representação esquemática de um microfone direcional com três microfones.....	30
Figura 10 - Representação bidimensional dos padrões polares de direcionalidade em câmara anecóica.....	32
Figura 11 - Representação bidimensional dos padrões polares de direcionalidade no Kemar.....	32
Figura 12 - Fluxograma do estudo.....	36
Figura 13 - Ficha técnica da prótese auditiva 1.....	43
Figura 14 - Ficha técnica da prótese auditiva 2.....	44

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Número de indivíduos por faixa etária.....	52
Gráfico 02 - Número de indivíduos por escolaridade em anos de estudo.....	52
Gráfico 03 - Número de indivíduos segundo as pontuações do MEEM.....	52
Gráfico 04 - Número de indivíduos quanto ao gênero.....	53
Gráfico 05 - Número de indivíduos quanto ao grau da perda auditiva.....	53
Gráfico 06 - Número de indivíduos quanto às próteses auditivas adaptadas.	53
Gráfico 07 - Valores mínimos, máximos e médias dos limiares auditivos por via aérea da orelha direita.....	54
Gráfico 08 - Valores mínimos, máximos e médias dos limiares auditivos por via aérea da orelha esquerda.....	54
ARTIGO DE PESQUISA - PERCEPÇÃO DE FALA NO RUÍDO EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO DE REDUÇÃO DE RUÍDO	
Gráfico 01 - Desempenhos dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0°/0° azimuth.....	66
Gráfico 02 - Desempenhos dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0°/180° azimuth.....	66
ARTIGO DE PESQUISA - AUTOPERCEPÇÃO DO DESEMPENHO X RECONHECIMENTO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES PROGRAMAÇÕES	
Gráfico 01 - Pontuação por questão do questionário de autopercepção com os quatro diferentes ajustes.....	86
ARTIGO DE PESQUISA – FATORES DE INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DE FALA EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS	
Gráfico 01 - Melhores desempenhos individuais segundo as diferentes possibilidades de ajustes, com ruído incidente a 0°/0° azimuth..	101
Gráfico 02 - Melhores desempenhos individuais quanto às diferentes possibilidades de ajustes, com ruído incidente a 0°/180° azimuth.....	102



## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Valores descritivos quanto à idade, escolaridade e triagem cognitiva do grupo estudado (n=36).....	51
Tabela 02 -	Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%) obtidos com as próteses auditivas 1 e 2, e comparação entre as diferentes próteses, com ruído incidente na posição frontal (0/0° azimuth).....	55
Tabela 03 -	Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%) obtidos com as próteses auditivas 1 e 2, e comparação entre as diferentes próteses, com ruído incidente na posição frontal (0/180° azimuth).....	56
Tabela 04 -	Valores mínimos, máximos, médias e medianas das pontuações da aplicação piloto do questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas, obtidas nas diferentes consultas, e comparação entre os resultados (n=15).....	56
ARTIGO DE PESQUISA - PERCEPÇÃO DE FALA NO RUÍDO EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO DE REDUÇÃO DE RUÍDO		
Tabela 01 -	Valores mínimos, máximos, desvios padrão, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%), e comparação entre as diferentes programações, com ruído incidente na posição frontal (0/0° azimuth).....	64
Tabela 02 -	Valores mínimos, máximos, desvios padrão, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%), e comparação entre as diferentes programações, com ruído incidente na posição posterior (0/180° azimuth).....	65

## ARTIGO DE PESQUISA - AUTOPERCEPÇÃO DO DESEMPENHO X RECONHECIMENTO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES PROGRAMAÇÕES

Tabela 01 -	Valores descritivos do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0°/0° azimuth (%), da pontuação total do questionário de autopercepção, e a correlação entre as duas variáveis.....	84
Tabela 02 -	Valores descritivos do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0°/180° azimuth (%), da pontuação total do questionário de autopercepção, e a correlação entre as duas variáveis.....	85
Tabela 03 -	Valores mínimos, máximos, médias e medianas da pontuação total do questionário, com os diferentes ajustes, e a comparação entre as pontuações.....	85

## ARTIGO DE PESQUISA – FATORES DE INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DE FALA EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS

Tabela 01 -	Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0/0° azimuth (%), da idade, relação sinal/ruído, médias tritonais, teste padrão de duração, teste dicótico de dígitos e a correlação entre as variáveis.....	103
Tabela 02 -	Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0/180° azimuth (%), da idade, relação sinal/ruído, médias tritonais, teste padrão de duração, teste dicótico de dígitos e a correlação entre as variáveis.....	104

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 01 - Resumo das características das próteses auditivas 1 e 2.....	42
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD – Atenção Dividida

BR – Brasileiro

C – Curto

CD – *Compact Disc*

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

IB – Integração Binaural

ID – Índice de Direcionalidade

IPRSR – índice Percentual de Reconhecimento de Sentenças no Ruído

L – Longo

LPA – Laboratório de Próteses Auditivas

LRF – Limiar de Reconhecimento de fala

LRSR – Limiar de Reconhecimento de Sentenças no Ruído

LSP – Listas de Sentenças em Português

MD – Microfone Direcional

MTT – Média Tritonal

NPS – Nível de Pressão Sonora

NS – Nível de Sensação

OD – Orelha Direita

OE – Orelha Esquerda

RR – Redutor de Ruído

SAF – Serviço de Atendimento Fonoaudiológico

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDD – Teste Dicótico de Dígitos

TPD – Teste Padrão de Duração

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Carta de aprovação do comitê de ética.....	127
Anexo B - Teste Listas de Sentenças em Português.....	128

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	129
Apêndice B - Protocolo Avaliação da Audição.....	130
Apêndice C - Protocolo Anamnese.....	131
Apêndice D - Protocolo Mini Exame de Estado Mental.....	132
Apêndice E - Protocolo Teste Dicótico de Dígitos.....	134
Apêndice F - Protocolo Teste Padrão de Duração.....	135
Apêndice G - Protocolo Teste Listas de Sentenças em Português.....	136
Apêndice H - Protocolo Questionário de Autopercepção com o uso das Próteses Auditivas.....	138

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. RESENHA TEÓRICA .....</b>	<b>20</b>
2.1 Algoritmo redutor de ruído .....	20
2.2 Diferentes tipos de microfones.....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>36</b>
3.1 Caracterização da Pesquisa .....	36
3.2 Aspectos Éticos.....	36
3.3 População e Critérios de Elegibilidade .....	36
3.4 Procedimentos e avaliações prévias.....	37
3.5 Avaliação das habilidades auditivas .....	40
3.6 Programação das próteses auditivas e ativação dos algoritmos.....	42
3.7 Teste de fala e estratégia de aplicação .....	45
3.8 Desenvolvimento e aplicação do questionário de autopercepção.....	47
3.9 Avaliação objetiva e subjetiva do reconhecimento de fala: sequência de aplicação.....	49
3.10 Levantamento e análise dos dados .....	50
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
<b>5. ARTIGO DE PESQUISA - PERCEPÇÃO DE FALA NO RUÍDO EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO DE REDUÇÃO DE RUÍDO.....</b>	<b>57</b>
5.1 Resumo.....	57
5.2 Abstract.....	58
5.3 Introdução .....	59
5.4 Metodologia.....	60
5.5 Resultados .....	63
5.6 Discussão.....	67
5.7 Conclusão .....	70
5.8 Referências bibliográficas.....	71
<b>6. ARTIGO DE PESQUISA - AUTOPERCEPÇÃO DO DESEMPENHO X RECONHECIMENTO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES PROGRAMAÇÕES.....</b>	<b>75</b>
6.1 Resumo.....	75
6.2 Abstract.....	76
6.3 Introdução .....	77
6.4 Metodologia.....	78
6.5 Programação das próteses auditivas.....	79
6.6 Avaliação objetiva e subjetiva do desempenho com próteses auditivas .....	79
6.7 Obtenção das medidas de reconhecimento de fala.....	80

6.8	Desenvolvimento e aplicação do questionário de autopercepção .....	82
6.9	Levantamento e análise dos dados .....	83
6.10	Resultados .....	84
6.11	Discussão .....	86
6.12	Conclusão .....	90
6.13	Referências bibliográficas .....	91
<b>7.</b>	<b>ARTIGO DE PESQUISA – FATORES DE INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DE FALA EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS .....</b>	<b>94</b>
7.1	Resumo .....	94
7.2	Abstract .....	95
7.3	Introdução .....	96
7.4	Metodologia .....	97
7.5	Avaliação das habilidades auditivas .....	98
7.6	Adaptação das próteses auditivas .....	99
7.7	Avaliação da inteligibilidade de fala no ruído .....	99
7.8	Análise dos dados .....	100
7.9	Resultados .....	101
	Nos gráficos 1 e 2 estão expostos os melhores desempenhos individuais segundo as diferentes possibilidades de ajustes, com ruído incidente a 0°/0° azimuth e a 0°/180° azimuth, respectivamente. ....	101
7.10	Discussão .....	104
7.11	Conclusão .....	108
7.12	Referências bibliográficas .....	109
<b>8.</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>113</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>119</b>
<b>10.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>134</b>
11.1	Anexo A – Carta de Aprovação do Comitê de Ética .....	134
11.2	Anexo B – Teste Listas de Sentenças em Português .....	135
<b>12.</b>	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>136</b>
12.1	Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	136
12.2	Apêndice B – Protocolo Avaliação da Audição .....	137
12.3	Apêndice C – Protocolo Anamnese .....	138
12.4	Apêndice D – Protocolo Mini Exame de Estado Mental .....	139
11.5	Apêndice E – Protocolo Teste Dicótico de Dígitos .....	141
11.6	Apêndice F – Protocolo Teste Padrão de Duração .....	142
11.7	Apêndice G – Protocolo Teste Listas de Sentenças em Português .....	143
11.8	Apêndice H- Protocolo Questionário de Autopercepção com o uso das Próteses Auditivas .....	145



## 1. INTRODUÇÃO

A perda auditiva é um problema comum na sociedade moderna devido aos efeitos combinados do ruído, do envelhecimento e a hereditariedade da doença. De acordo com estimativas da Organização Mundial de Saúde, 230 milhões de pessoas no mundo têm perda auditiva moderada a profunda em ambas as orelhas, considerada incapacitante. A incidência aumenta com a idade; aproximadamente 31,4% das pessoas acima de 65 anos tem perda de audição e este número se eleva para 40% a 50% em idosos a partir dos 75 anos de idade (WHO, 2010; 2014).

A adaptação da prótese auditiva é o principal método terapêutico de escolha quando a perda de audição não é passível de melhora mediante tratamento cirúrgico ou medicamentoso. Deste modo, este recurso tem como finalidade auxiliar o indivíduo em suas atividades de comunicação (BUCUVIC, IÓRIO, 2004).

A função primordial de uma prótese auditiva é amplificar os sons de fala, com a melhor qualidade possível. O avanço tecnológico das próteses auditivas digitais, ocorrido nos últimos dez anos, proporcionou qualidade sonora para que o deficiente auditivo compreenda melhor (MEISTER *et al.*, 2008), porém isto acontece especialmente em ambientes silenciosos.

Em situações com ruído competitivo, o desempenho que o indivíduo apresenta ainda não atingiu um nível satisfatório de melhora (COSTA, IÓRIO 2006), sendo este um dos principais fatores que podem resultar no abandono ao uso da prótese auditiva, conjuntamente a outras circunstâncias, tais como o estigma de seu uso, necessidade de estratégias agregadas pós protetização, subestimativa da deficiência, pouca confiança nos benefícios que este recurso proporciona, ou ainda, expectativas irreais com o uso do mesmo (MEISTER *et al.*, 2008).

Dessa forma, com o objetivo de proporcionar maior qualidade sonora em ambientes de escuta difícil e favorecer o reconhecimento de fala em situações com ruído competitivo, o aperfeiçoamento tecnológico ocorrido nos últimos anos trouxe várias possibilidades de combinações de componentes e de algoritmos nas próteses auditivas (DRESCHLER *et al.*, 2008). Estes recursos foram projetados com a finalidade de perceber os diferentes aspectos espaciais, temporais e espectrais

existentes entre os sons de fala no ruído, e assim modificá-los a fim de promover uma relação sinal/ruído mais favorável à comunicação (CHUNG, 2004).

Assim, dentre os recursos utilizados pelos diferentes fabricantes de próteses auditivas, estão os algoritmos de redução de ruído e os diferentes tipos de microfones. Os redutores de ruído, de maneira geral, analisam o espectro sonoro do ruído e o atenua quando sua intensidade excede uma quantidade pré-determinada em relação ao sinal de fala. Portanto, pode possibilitar melhora na inteligibilidade de fala, aumentar o conforto em relação ao ruído e reduzir o esforço auditivo do usuário em situações nas quais a relação sinal/ruído é desfavorável (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; WALDEN *et al.*, 2000; ALCÂNTARA *et al.*, 2003; AREHART *et al.*, 2003; RICKETTS, HORNSBY, 2005; BENTLER, CHIOU, 2006).

Já os diferentes tipos microfones podem captar os sons do ambiente vindos de qualquer direção de forma equivalente, ou de uma determinada direção, com maior sensibilidade. Os microfones omnidirecionais captam os sons vindos de qualquer direção; já os direcionais são mais sensíveis aos sons procedentes de determinadas direções, sendo os mais utilizados os que possuem melhor captação dos sons provenientes da frente do usuário (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; RICKETTS, 2001; AMLANI, 2001; CHUNG, 2004; BENTLER, 2005; RICKETTS *et al.*, 2007; AURIEMMO *et al.*, 2009; LOIZOU, KIM, 2011). Dessa forma, considerando que os sinais sonoros de maior interesse vêm da frente e os de menor interesse de trás, estes microfones têm um potencial significativo na melhora da relação sinal/ruído (PUMFORD *et al.*, 2000; BLAMEY, FIKET, STEELE, 2006).

Apesar de pesquisas (ALCÂNTARA *et al.*, 2003; CHUNG, 2004; BENTLER, CHIOU, 2006; BLAMEY, FIKET, STEELE, 2006) relatarem que estes recursos podem proporcionar maior percepção do sinal de fala, aumentando a relação sinal/ruído e, conseqüentemente, melhorar a compreensão em ambientes ruidosos, existem poucos estudos que descrevem os resultados encontrados com o uso do redutor de ruído e do microfone direcional na população idosa.

No entanto, devido a estes recursos alterarem a percepção dos aspectos espaciais, temporais e espectrais dos sons, as características da onda sonora são levemente distorcidas, alterando as redundâncias extrínsecas relacionadas às pistas acústicas da fala (ANDERSON *et al.*, 2011).

Uma vez que a perda auditiva encontrada nesta população tem como característica maior comprometimento nas frequências agudas, implicando na

redução da seletividade de frequência, este fato somado às possíveis alterações centrais, como a diminuição da sincronia neural e processamento temporal prejudicado, podem limitar os possíveis benefícios proporcionados por estes recursos (GORDON-SALANT, 2005; TREMBLAY, PISKOSZ, SOUZA, 2003).

Outro aspecto importante a ser considerado é o declínio das funções inerentes ao processamento auditivo, na qual habilidades auditivas como atenção seletiva, resolução temporal e fechamento auditivo acabam não atuando de maneira eficiente para que as pistas acústicas sejam recuperadas (NATALIZIA *et al.*, 2010). Desse modo, as pequenas alterações nas características da onda sonora podem dificultar a identificação de fonemas e conseqüentemente, sílabas e palavras.

Portanto, ao expor as questões acima relatadas, percebe-se a importância de um estudo que descreva os resultados encontrados em idosos usuários de próteses auditivas, com o uso de diferentes recursos, para então, identificar e analisar quais são os ajustes mais adequados que efetivamente beneficiem esta população.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo geral verificar o efeito do redutor de ruído e do microfone direcional na percepção de fala no ruído, em idosos, novos usuários de próteses auditivas, tendo como objetivos específicos:

- Avaliar o reconhecimento de fala, com ruído incidente de diferentes ângulos, em idosos usuários de próteses auditivas, com diferentes combinações de ajustes: microfone omnidirecional, microfone omnidirecional com redutor de ruído, microfone direcional e microfone direcional com redutor de ruído; e comparar os resultados obtidos nas diferentes condições.
- Investigar a autopercepção do desempenho de usuários de próteses auditivas, com diferentes combinações de ajustes: microfone omnidirecional, microfone omnidirecional com redutor de ruído, microfone direcional e microfone direcional com redutor de ruído, por meio de um questionário; e relacionar com o teste de percepção de fala no ruído.
- Identificar o melhor desempenho do indivíduo em cada situação de teste e analisar quais os aspectos que influenciaram este resultado: ajustes das próteses auditivas e/ou fatores individuais como idade, grau e configuração da perda auditiva, desempenho na triagem cognitiva e habilidades auditivas de figura-fundo para sons verbais e ordenação temporal auditiva.

Este trabalho está sendo escrito com base no modelo de tese alternativo. Para expor os temas relacionados a este estudo, no capítulo 2 está apresentada

uma resenha teórica, que aborda os principais temas em questão, relacionados às próteses auditivas. No capítulo 3 está exposto o material e método do estudo. Já no capítulo 4, estão descritos os resultados que caracterizam o grupo estudado. Nos capítulos 5, 6 e 7 estão expostos os resultados, abordados no formato de três artigos de pesquisa. Nos capítulos seguintes, 8 e 9 estão a discussão geral e a conclusão do trabalho. Logo, nos capítulos 10, 11 e 12 estão expostos, respectivamente as referências bibliográficas, anexos e apêndices.

## 2. RESENHA TEÓRICA

### 2.1 Algoritmo redutor de ruído

Indivíduos com perda auditiva, usuários de próteses auditivas, frequentemente referem dificuldade para compreender a fala em situações nas quais o ruído está presente. Vários recursos foram desenvolvidos para melhorar a performance comunicativa nestes ambientes, entre eles, o algoritmo de redução de ruído (CHUNG, 2004; BENTLER, CHIOU, 2006).

A introdução da tecnologia digital nas próteses auditivas permitiu o desenvolvimento de algoritmos, que podem ser definidos como um conjunto de regras a serem executadas para o cumprimento de uma determinada tarefa. Assim, o algoritmo de redução de ruído utilizado em uma prótese auditiva tem como função básica detectar a onda sonora da fala e do ruído de maneira diferente e processar estes dois sinais de formas distintas (SANDLIN, 2003). Por mais que as regras de como analisar e processar estes dois sons possa variar, de acordo com diferentes estratégias utilizadas de acordo com cada fabricante, o resultado esperado é o mesmo: melhorar a inteligibilidade de fala e proporcionar maior conforto auditivo (WU; BENTLER, 2014; HOLUBE, PUDER, VELDE, 2014).

Os principais redutores de ruído diferenciam-se de acordo com seu funcionamento, e podem ser definidos como: redutores de ruído por modulação e comodulação, por filtragem de Wiener, e por subtração espectral. Estes algoritmos têm como princípio tirar vantagem das diferenças espectrais e temporais das ondas sonoras de fala e ruído (CHUNG, 2004).

De acordo com as características de cada fabricante, diferentes fatores são utilizados para determinar se a redução de ganho será ativada e quanto de ruído será atenuado. Podem ser analisados o nível de entrada do sinal, a relação sinal/ruído em cada canal e o quanto uma determinada faixa de frequência é importante para a inteligibilidade de fala (CHUNG, 2004).

A onda sonora é formada por um sinal sinusoidal (Figura1). Quando este sinal muda ao longo do tempo, pode ser chamado como de amplitude modulada. A forma da onda sonora é definida pelos valores máximos e mínimos da sinusóide, e assim

passa a ser definido como envelope de sinal. A modulação do sinal é sempre inferior ao valor do sinal da frequência original. A onda sonora da fala possui um envelope de sinal característico, que pode ser descrito pela frequência modulada e pela profundidade da modulação, que é maior nos períodos de ausência de fala. Já o ruído possui um espectro de modulação mais rápido e uma frequência modulada maior (LURQUIN, DELACRESSONNIERE, MAY, 2001). Estas diferenças de modulações são identificadas e analisadas pelo algoritmo. Se a frequência de modulação característica dos sons da fala é identificada e detectada como determinante em uma faixa ou banda de frequência específica, o ganho se mantém constante; já se do ruído for identificada, o ganho deste é reduzido na faixa de frequência que ele se sobrepôs a fala (HOLUBE, PUDER, VELDE, 2014).

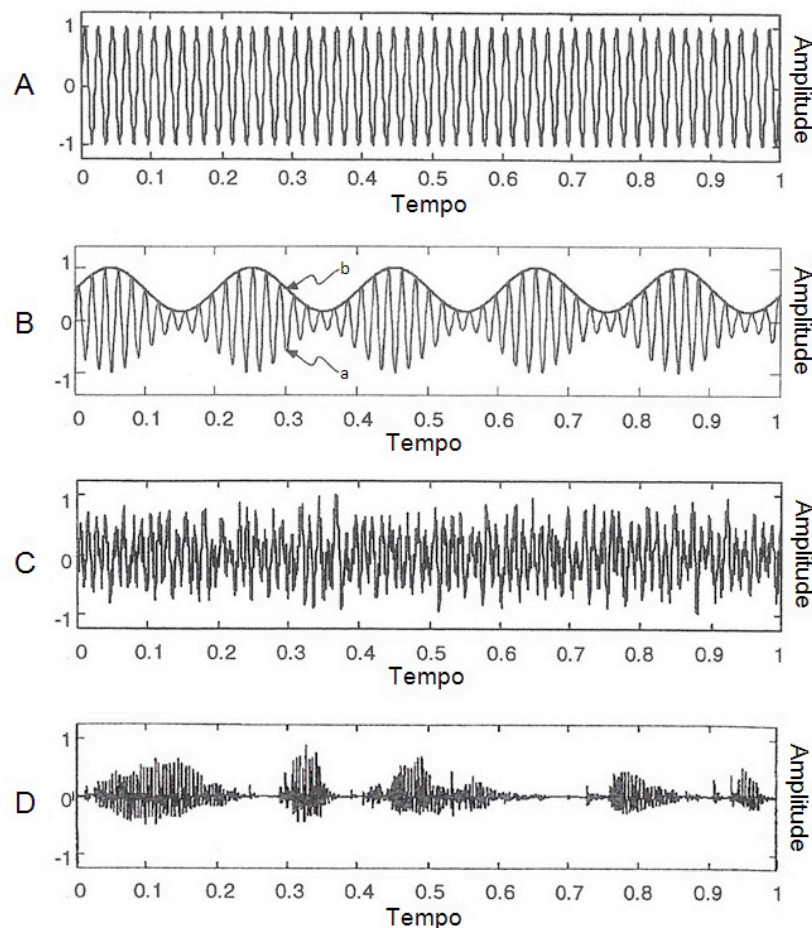


Figura 1. Tipos de onda sonora: **A.** Onda sonora sinusoidal. **B.** Onda sonora modulada, a. Amplitude do sinal; b. Envelope do sinal. **C.** Onda sonora do ruído. **D.** Onda sonora da fala. (HOLUBE, PUDER, VELDE, 2014)

O redutor de ruído por modulação identifica a fala e o ruído com base nas características de modulação do espectro da onda sonora de cada um (POWERS, HOLUBE, WESSELKAMP, 1999). Neste algoritmo, a onda sonora de fala e ruído são identificados de acordo com regras baseadas nas flutuações e amplitudes espectrais de cada um e, uma vez identificados, o ruído é reduzido (Figura 2).

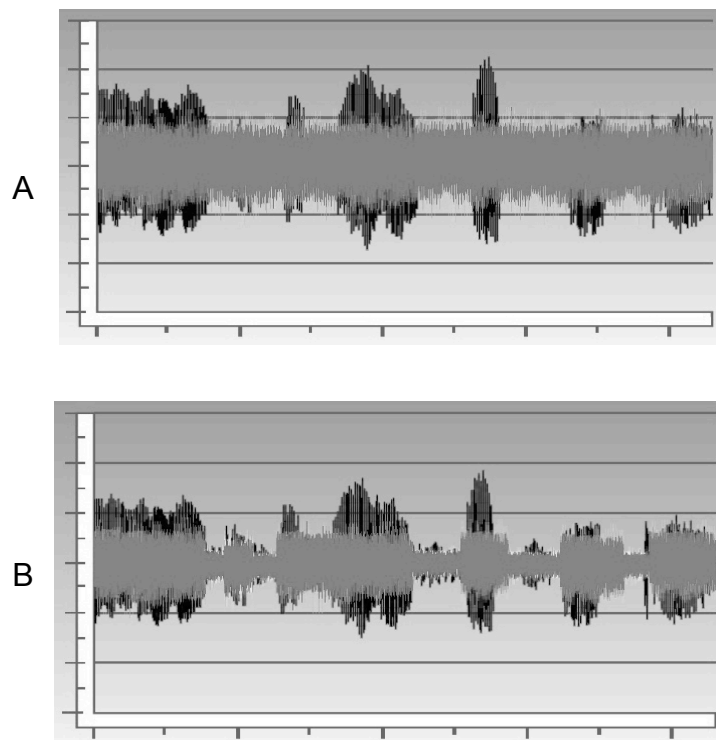


Figura 2. Ilustração de uma sobreposição das ondas sonoras de fala (em preto) e do ruído (em cinza). A: Antes da atuação do redutor de ruído, B: Após a atuação do redutor de ruído (GALSTER, PISA, 2009).

Entretanto, o redutor de ruído por comodulação identifica a modulação do sinal de fala no momento da abertura e fechamento das pregas vocais (Figura 3). Os componentes de fala em todo o espectro de frequência são modulados pela abertura e fechamento das pregas vocais, que ocorrem de maneira sincronizada. Ao detectar um sinal de modulação diferente ao esperado para o estímulo de fala, este sinal é atenuado (ELBERLING, 2002; SCHUM, 2003).

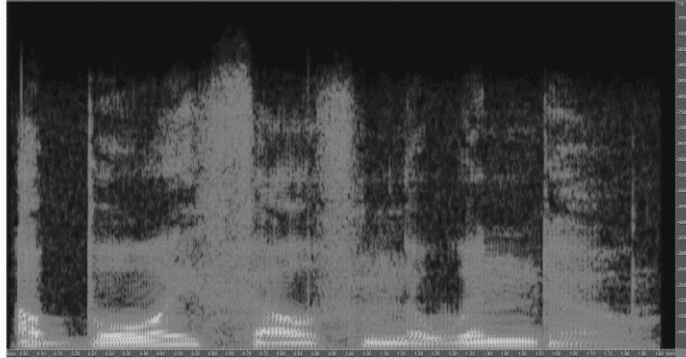


Figura 3: Imagem espectrográfica da fala, na qual as listras verticais cinzas e pretas retratam, respectivamente, os momentos de abertura e fechamento das pregas vocais (CHUNG, 2004).

A maioria dos algoritmos de redução de ruído por modulação utilizam a estratégia multicanal ou multibanda adaptativa, reduzindo a interferência do ruído apenas na banda de frequência na qual este é dominante (CHUNG, 2004). Porém, para que sua atuação ocorra de maneira efetiva, fala e ruído não podem possuir características espectrais semelhantes.

O redutor de ruído por filtro de Wiener analisa a amplitude e o espectro dos sons da mesma forma descrita anteriormente. Porém, antes de subtrair o ruído, ele faz uma estimativa da onda sonora do ruído original e diminui da onda sonora estimada a onda sonora original (Figura 4). O filtro de Wiener é originalmente utilizado para fins de restauração de imagens corrompidas ou indefinidas e utiliza o mesmo princípio para ser utilizado em ondas sonoras (BENTLER, CHIOU, 2006). Para funcionar de maneira adequada e gerar menos distorção possível, este algoritmo necessita que os espectros de fala e ruído sejam fixos, o que dificilmente ocorre em situações cotidianas (CHEN *et al.*, 2006).



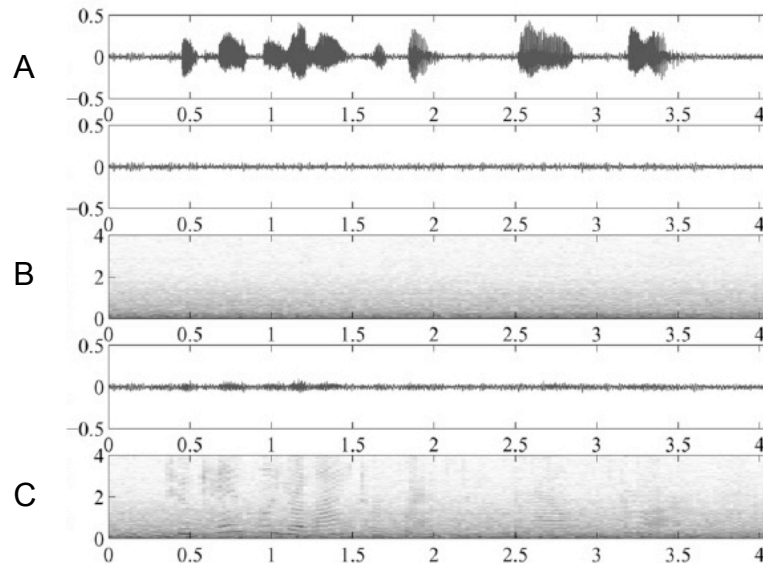


Figura 4. A: Sinal de fala e ruído sobrepostos. B: Onda sonora e espectrograma do ruído. C: Onda sonora e espectrograma estimado do ruído (CHEN *et al.*, 2006).

Já o redutor de ruído por subtração espectral também utiliza o princípio das diferenças espectrais de determinados sons. Contudo, neste caso o espectro da onda sonora do ruído é obtido entre as pausas da fala, e assim pode ser subtraído quando a fala está novamente presente (Figura 5). Por mais que este algoritmo mostre-se eficiente podem ocorrer distorções do som, audíveis para o usuário de próteses auditivas, que influenciam negativamente a compreensão de fala (MUELLER, RICKETTS, 2005).

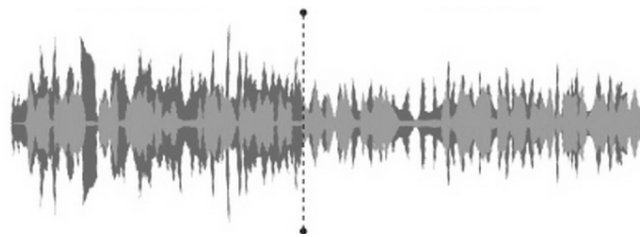


Figura 5: Onda sonora de fala e ruído (cinza claro e escuro, respectivamente) sobrepostas, antes e após a atuação do algoritmo.

O funcionamento dos redutores de ruído ocorre, basicamente, em três diferentes etapas. Primeiramente, o sinal é detectado e analisado pelo algoritmo,

que o classifica como fala ou ruído. Assim, estima-se a taxa de modulação e a profundidade da modulação dentro de cada canal de frequência para inferir a presença de fala, ruído ou ambos e a relação sinal/ruído dentro de cada faixa (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; WALDEN *et al.*, 2000, MUELLER, 2002, POWERS, HAMACHER, 2002; HOLUBE, PUDER, VELDE, 2014). Dependendo do fabricante, determinadas características da onda sonora são levadas em consideração, como a intensidade de modulação temporal (TELLIER, ARNDT, LU; 2003); padrões do espectro de intensidade temporais da frequência do sinal de entrada (KUK, LUDVIGSEN, PALUDAN-MULLER, 2002); ou as diferenças entre as profundidades de modulação entre os espectros (BENTLER, CHIOU, 2006).

Na etapa seguinte, regras de decisão são aplicadas e indicam o que deve ser feito com os diferentes sinais detectados. Essas regras são elaboradas de formas distintas, de acordo com cada fabricante, mas os parâmetros mais utilizados consideram a importância que determinada frequência possui para a inteligibilidade de fala, o nível do sinal de entrada, e a quanto de redução de ganho que será efetuado em cada canal. A diminuição do ganho em cada canal geralmente é inversamente proporcional à relação sinal/ruído estimada em cada canal de frequência (WALDEN *et al.*, 2000; KUK, LUDVIGSEN, PALUDAN-MULLER, 2002; POWERS, HAMACHER, 2002; JOHNS, BRAY, NILSSON, 2002; LATZEL, KIESSLING, MARGOLF-HACKL, 2003; SCHUM, 2003).

Após o algoritmo determinar que certa quantidade de redução de ganho é necessária em determinada frequência, esta ação é executada. Nesta última etapa as regras de decisão são executadas, baseadas em constantes de tempo, que são cruciais para determinar a efetividade do algoritmo e a quantidade de ganho que será reduzido. As constantes de tempo se referem ao tempo que o algoritmo detecta a presença do ruído em uma determinada frequência e o tempo que ele começa a agir; a velocidade entre o início da redução do ganho e a redução máxima de ganho; o tempo de detecção da ausência do ruído em certa frequência e a recuperação de ganho; e a velocidade entre o início da recuperação de ganho e a ausência de redução (TELLIER, ARNDT, LUO, 2003). Se as constantes de tempo são muito rápidas, sons de fonemas fricativos podem ser tratados como ruído e serem suprimidos, o que pode resultar na diminuição da inteligibilidade de fala; assim como se essas constantes forem muito lentas, o algoritmo pode não responder a presença súbita de ruído.

Mesmo não interferindo de maneira efetiva na relação sinal/ruído (HALLGREN *et al.*, 2005; NOBLE, GATEHOUSE, 2006; BENTLER *et al.*, 2008), diferentes benefícios dos redutores de ruído são descritos, tais como melhor compreensão de fala, melhor a qualidade sonora, diminuição do esforço auditivo e maior conforto aos sons (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; BRAY, NILSSON, 2001; MUELLER, 2002). Porém, para proporcionar melhor inteligibilidade de fala, este algoritmo necessita das diferenças espectrais entre fala e ruído. Quanto maior a predominância do ruído em uma região de frequência estreita, mais efetiva será sua atuação, pois o ganho será reduzido sem afetar componentes da fala em outras regiões de frequência (LURQUIN, DELACRESSONNIERE, MAY, 2001; ALCANTARA *et al.*, 2003). Dessa forma, este recurso funcionará de maneira eficaz em locais com ruído estacionário de banda estreita, mas não em locais onde o ruído apresentar características do sinal de fala (LEVITT, 2001).

## **2.2 Diferentes tipos de microfones**

Um dos maiores desafios enfrentados pelos usuários de próteses auditivas é a dificuldade de compreender a fala em ambiente ruidoso (TAKAHASHI *et al.*, 2007). Várias pesquisas têm mostrado o esforço considerável que tem sido dedicado às tecnologias aplicadas às próteses auditivas, com o intuito de diminuir o impacto negativo do ruído na inteligibilidade fala. Dentre os recursos empregados para este fim, o uso de técnicas que utilizam diferentes tipos de microfones é um dos mais difundidos.

O microfone omnidirecional tem como objetivo captar os sons vindos de qualquer direção de forma equivalente. Um típico microfone omnidirecional pode ser descrito como uma caixa fechada, com apenas uma entrada, dividida em duas pequenas câmaras, separadas por um fino diafragma (Figura 6). Os sons entram pelo pequeno orifício e deslocam-se em direção à câmara, e as mudanças no nível de pressão sonora fazem o diafragma vibrar. Esta vibração cria um sinal elétrico, que é processado pelo circuito da prótese auditiva. Este tipo de microfone é igualmente sensível à pressão sonora que chega de quaisquer direções, evidenciando um padrão polar de captação (WU, BENTLER, 2014).

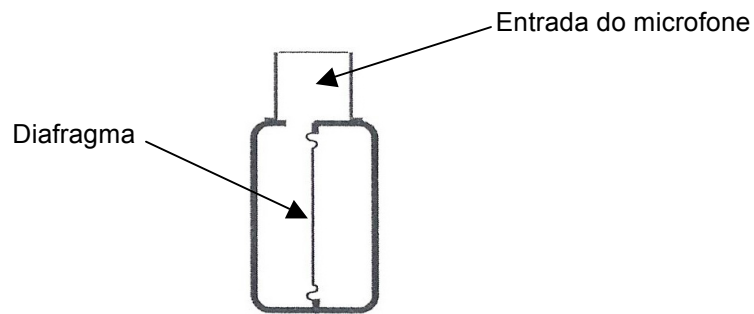


Figura 6. Representação esquemática de um microfone omnidirecional (WU, BENTLER, 2014).

Já os microfones direcionais foram projetados para obter vantagem das diferenças espaciais que podem ocorrer entre fala e ruído. Assim, apesar de terem o funcionamento básico semelhante ao microfone omnidirecional, os microfones direcionais apresentam sensibilidade diferente de acordo com o ângulo de incidência da onda sonora, sendo mais sensíveis aos sons vindos de determinadas direções. Dessa forma, considerando que os sinais sonoros de maior interesse vêm da frente e os de menor interesse de trás, este tipo de microfone possui um potencial significativo no que se refere à melhora da relação sinal/ruído (BLAMEY, FIKET, STEELE, 2006).

Dentre as diferentes formas de aplicação deste recurso nas próteses auditivas, existem dois modos de funcionamento, que podem utilizar um único microfone com duas aberturas para a entrada do som ou dois ou mais microfones omnidirecionais associados.

No microfone direcional com um único microfone, existem duas aberturas para a entrada do som, uma anterior e outra posterior (Figura 7). Se o som vem da frente, ele atinge primeiro a abertura anterior e chega à posterior milissegundos mais tarde, retardado pela distância existente entre as duas entradas, além de ser atrasado por uma rede acústica interna. Assim, o som proveniente da frente é minimamente afetado, o que evidencia a alta sensibilidade aos sons que incidem de frente. Já quando o som vem de trás, ele chega à entrada posterior primeiro e depois à anterior, ocorrendo o mesmo atraso. Porém este atraso externo é igual ao atraso interno proporcionado pela rede acústica, assim os sons chegam ao

diafragma ao mesmo tempo e são cancelados. Por conseguinte, a sensibilidade para sons advindos de trás é reduzida (WU, BENTLER, 2014).

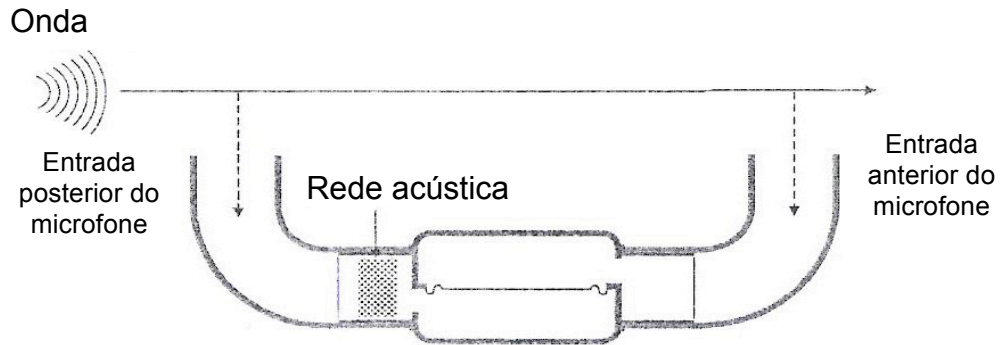


Figura 7. Representação esquemática de um microfone direcional com um único microfone (WU, BENTLER, 2014).

Já o microfone direcional que utiliza a combinação de dois microfones omnidirecionais é chamado de *dual*. Neste tipo, um microfone fica posicionado na frente e outro atrás, ocorrendo os mesmos atrasos externo e interno que ocorrem no microfone descrito anteriormente, porém este retardo interno ocorre no circuito da prótese auditiva, após a onda sonora ser transformada em sinal elétrico/digital (Figura 8). Da mesma forma, os sons que chegam de trás são anulados pelo atraso interno e externo.

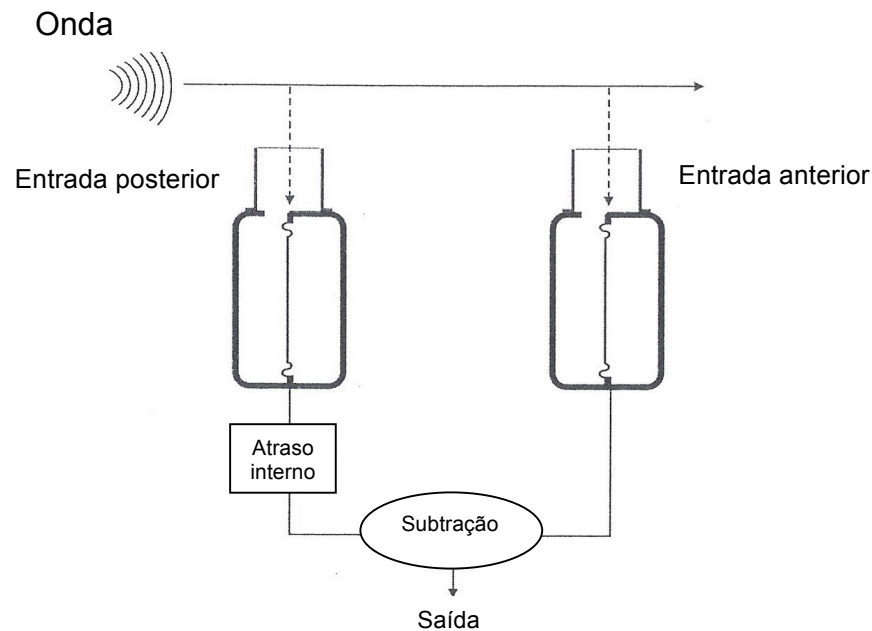


Figura 8. Representação esquemática de um microfone direcional com dois microfones (WU, BENTLER, 2014).

Embora o desempenho dos microfones direcionais de um único microfone e de microfone duplo sejam equivalentes, proporcionando melhora de 3 a 5 dB na relação sinal/ruído (AMLANI, 2001; CHUNG, 2004) o microfone direcional dual tem a vantagem de seu atraso interno ser realizado digitalmente, o que permite que este recurso seja manipulado e associado a algoritmos de processamento de sinal. Assim, o retardo interno pode ser programado para ser zero, o que proporciona menor sensibilidade para sons vindos dos lados da prótese auditiva, proporcionando diferentes efeitos direcionais, atenuando tanto ruídos fixos quanto ruídos em movimento.

Outro tipo de microfone direcional utiliza a combinação de três microfones omnidirecionais, que podem ser organizados de diversas formas. As formas mais simples de disposição são ao longo de um eixo, perpendicular a direção do som de interesse; ou paralelamente a fonte sonora, realizando o atraso do sinal em duas etapas para promover a direcionalidade (Figura 9) (PALMER, BENTLER, MULLER, 2006). Este microfone, comparado aos outros dois tipos de microfones direcionais, promove melhor relação sinal/ruído (POWERS, HAMACHER, 2002; BENTLER, PALMER, DITTBERNER, 2004; PALMER, BENTLER, MULLER, 2006), porém devido

a razões como custo elevado e aparência estética, pois necessita de mais espaço interno na prótese auditiva, são pouco utilizados (KATES, 2008).

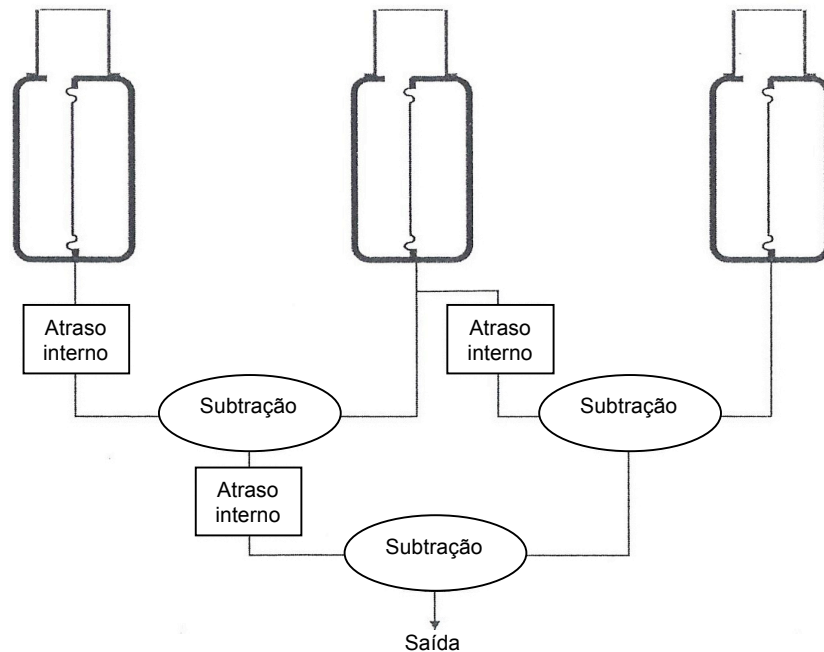


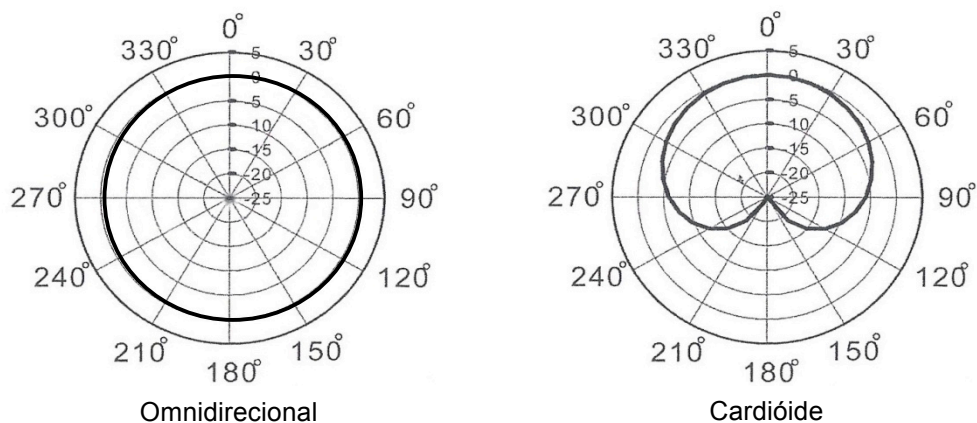
Figura 9. Representação esquemática de um microfone direcional com três microfones (WU, BENTLER, 2014).

Conforme mencionado, os microfones direcionais funcionam por subtração do sinal, que ocorre em maior grau nos sons que atingem a abertura posterior do microfone. Porém, em virtude dos sons que chegam à frente também serem subtraídos, o ganho proporcionado por uma prótese auditiva que utiliza o microfone direcional é menor em comparação a uma que utiliza microfone omnidirecional (THOMPSON, 2003). Este ganho diminui à medida que as frequências ficam mais graves, uma vez que a característica da onda sonora das frequências graves possui fase mais similar para as duas portas de entrada do microfone. Este fato é chamado de efeito *roll-off* (CHUNG, 2004; KATES, 2008). Dessa forma, para compensar essa redução de ganho, que pode reduzir a inteligibilidade de fala, as próteses auditivas mais modernas possuem um algoritmo que proporciona um aumento de ganho nestas frequências quando o microfone direcional é ativado (FREYALDENHOVER *et al.*, 2006; THELIN, NEBELEK, BURCHFIELD, 2006; RICKETTS, HENRY, 2002).

Tanto para fins de pesquisa quanto de fabricação das próteses auditivas, é importante determinar os diferentes tipos de atenuação ao som que são proporcionados pelos diversos tipos de microfones. Esta atenuação pode ser chamada de efeito direcional, representada através de um gráfico de sensibilidade polar, que evidencia as mudanças de resposta da prótese auditiva para sons de diferentes frequências, provenientes de várias direções.

Este gráfico é representado um círculo maior, no qual círculos concêntricos emanam de seu centro, onde estaria o microfone. A linha mais externa representa 0 dB de atenuação, enquanto as linhas internas, quanto mais próximas do centro, representam maior atenuação para o som. Outra característica demonstrada por este gráfico é a direção da fonte sonora. A parte superior do círculo indica um som que chega a 0° azimute, a parte inferior 180° azimute, a lateral direita 90° azimute, e a lateral esquerda 270° azimute (Figura 10). Usualmente, esta medida de direcionalidade é realizada em uma câmara anecóica com a prótese auditiva suspensa em campo sonoro, ou acoplada ao KEMAR, manequim que simula a cabeça e o tórax humano (Figura 11). Porém, estas duas maneiras de medição apresentam resultados um pouco diferentes, pois com o uso do manequim ocorre o efeito sombra da cabeça (WU, BENTLER, 2014).

O gráfico de padrão polar de um microfone omnidirecional pode ser representado por uma linha sólida ao redor da linha mais externa do círculo, indicando que não há atenuação proveniente de qualquer ângulo de incidência do som. Já os microfones direcionais podem ser divididos em cardióides, hipercardióides, supracardióides ou bidirecionais. Nos cardióides, o som tem sua atenuação máxima a 180°, já no hipercardióide, a 110° e a 250°; no supracardióide a 125° e a 235°; por fim, no bidirecional a 90° e a 270°.





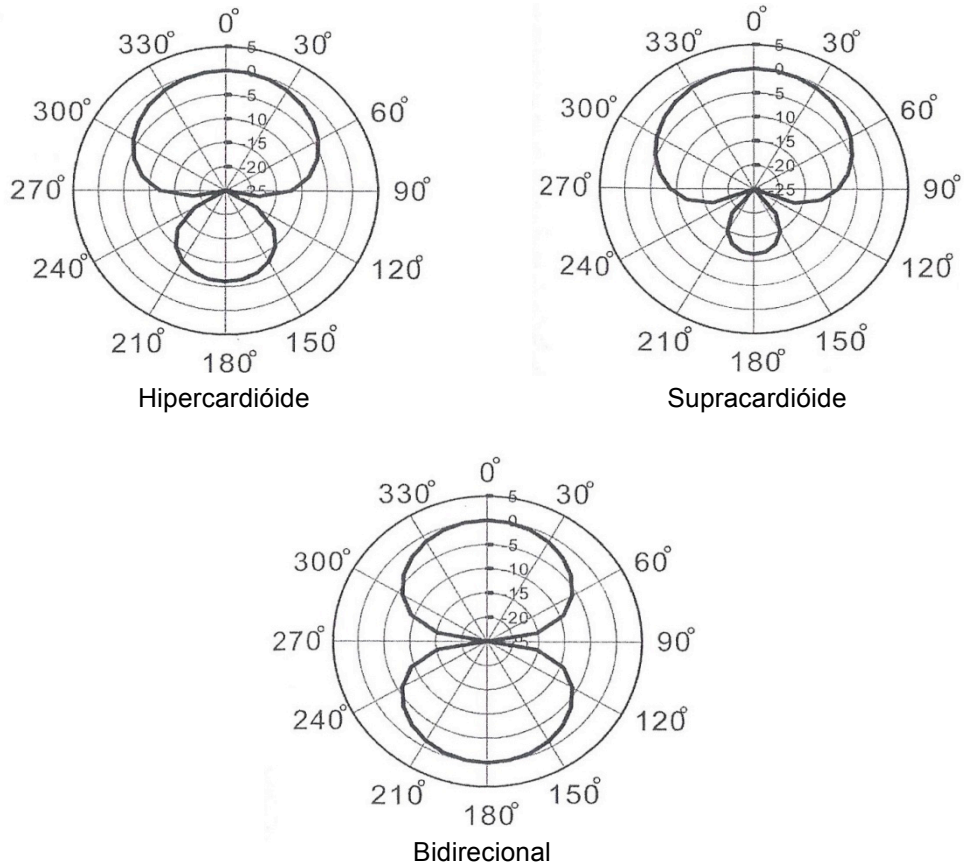


Figura 10. Representação bidimensional dos padrões polares de direcionalidade mais comuns, em câmara anecóica (WU; BENTLER, 2014).

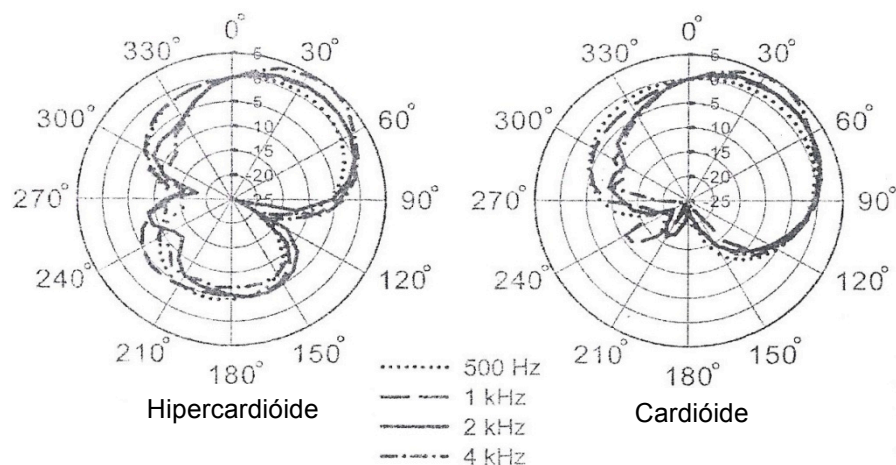


Figura 11. Representação bidimensional dos padrões polares de direcionalidade hipercardióide e cardióide, no KEMAR (prótese auditiva na orelha direita) (WU; BENTLER, 2014).

A direcionalidade dos microfones também pode ser medida e quantificada através do índice de direcionalidade (ID), que é a razão entre a saída do som amplificado captado a 0° azimute, e a saída do som amplificado captado de maneira difusa em todas as outras direções. O ID é realizado em uma câmara anecóica e representa a capacidade que a prótese auditiva tem de melhorar a relação sinal/ruído em um ambiente com ruído difuso, quando a fala está a 0°. Assim, em um microfone omnidirecional possui um ID de 0 dB; e, dentre os microfones direcionais, o que possui um maior ID, de 6 dB, é o hipercardióide.

Outra forma de quantificar a direcionalidade dos microfones é através do índice ponderado de articulação, que mede a porcentagem da energia audível para dos sons de fala. Esta medida atribui diferentes pesos para cada banda de frequência, uma vez que determinadas faixas de frequência apresentam maior importância para a inteligibilidade de fala.

Uma maneira prática que pode ser utilizada para medir a direcionalidade é a relação ântero-posterior, que avalia a sensibilidade para os sons de diferentes frequências captados a 0° azimute em comparação ao mesmo som captado a 180° azimute. Esta medida pode ser utilizada diariamente, realizada em ouvido real com equipamento de mensuração *in situ*, para monitorar a direcionalidade do microfone de uma prótese auditiva e verificar seu funcionamento (COX, 2009; RICKETTS, 2001). Porém, esta medida deve ser utilizada com cautela, pois apresenta muita variabilidade (WU, BENTLER, 2012).

Por mais que os benefícios dos microfones direcionais sejam evidentes, seu efeito direcional é afetado pela localização da fonte sonora do sinal de fala, pelo número de fontes de ruído no ambiente e pelas condições nas quais os testes são realizados. Estes microfones proporcionam melhor compreensão de fala quando a mesma é apresentada de frente para o indivíduo e o ruído está presente na parte de trás. Se este padrão se inverte, a inteligibilidade é prejudicada (CHALUPPER, WU, WEBER, 2011; RICKETTS, PICOU, 2013). Embora se espere que o ouvinte vire a cabeça em direção à fonte sonora de interesse, em algumas situações isto não é possível (CHALUPPER, WU, WEBER, 2011; WU, STAGNL, BENTLER, STANZIOLA, 2013; RICKETTS, GALSTER, 2008). Nestes casos, o microfone omnidirecional deve ser utilizado (CHALUPPER, WU, WEBER, 2011; WU *et al.*, 2013).

Quando a fala está na frente do ouvinte, a direção de onde vem o ruído afeta a direcionalidade do microfone (RICKETTS, 2001). Sabe-se que melhor percepção de fala será proporcionada quando o ruído vem de trás do que quando vem de múltiplas fontes ao redor do indivíduo, porém as situações vivenciadas no dia-a-dia nem sempre se configuram desta forma. Quando o falante está localizado na frente do indivíduo e o ruído está presente em qualquer outro ângulo que não seja na frente, existe preferência do uso do microfone direcional em relação ao omnidirecional, e estas situações fazem parte de aproximadamente 30% das situações de vida diária (WALDEN *et al.*, 2004; CORD *et al.* 2007).

Outro evento que diminui a atuação dos microfones direcionais é a reverberação, que ocorre em ambiente fechado, quando a fonte sonora para de emitir som, mas o mesmo reflete nas superfícies e persiste por alguns momentos (RICKETTS, 2001, RICKETTS, HENRY, 2002). Neste ambiente, as fontes de ruído de trás do ouvinte são refletidas pelas superfícies e acabam chegando de frente. Da mesma forma, mesmo que o falante esteja de frente para o indivíduo, ele acaba chegando por trás do mesmo (WU, BENTLER, 2012). Assim, os sons refletidos tornam impossível para o microfone direcional tirar vantagem da separação espacial entre fala e ruído.

Um fator que também influencia a efetividade dos sistemas direcionais é a ventilação, recurso usualmente utilizado nos moldes para diminuir o efeito de oclusão, relatado por indivíduos usuários de próteses auditivas que possuem perda auditiva com melhores limiares nas frequências graves. Em virtude de a ventilação transmitir sons direto ao conduto auditivo, sem serem processados pelas próteses auditivas, a direcionalidade destes microfones é afetada. Quanto maior a ventilação, menor é a direcionalidade (RICKETTS, 2000; KUK, KEENAN, LUDVIGSEN, 2004), porém mesmo com o uso da ventilação, o uso deste tipo de microfone proporciona melhores resultados do que utilizar o microfone omnidirecional. O mesmo acontece ao utilizar o sistema de adaptação aberta (VALENTE, MISPAGEL, 2008; KEMP, DHAR, 2008). Embora a direcionalidade do microfone seja afetada, seu uso continua sendo recomendado.

Com base no exposto, em algumas situações um padrão de direcionalidade pode ser melhor do que outro. Em um ambiente com o falante posicionado da frente e o ruído está localizado ao lado do ouvinte, o padrão bipolar pode proporcionar melhores resultados do que o hipercardióide. Porém, se o ruído vem de trás, o

padrão cardióide pode ser mais indicado. Assim, um sistema de direcionalidade que alterne o padrão polar de resposta, de acordo com a localização do ruído, pode proporcionar melhores resultados.

A alternância entre diferentes tipos de microfones iniciou entre microfones omnidirecionais e direcionais, em razão da direcionalidade fixa não ser indicada em situações que o falante não está de frente para o ouvinte (RICKETTS, HENRY, GNEWIKOW, 2003). Este tipo de funcionamento é chamado de automático (OLSON, IOANNOU, TRINE, 2004). Já a alternância entre diferentes padrões de direcionalidades é chamada de adaptativa (BENTLER, PALMER, DITTBERNER, 2004)

Estes sistemas puderam ser criados com o surgimento das próteses auditivas digitais modernas, utilizando um algoritmo que analisa e controla o atraso interno dos microfones direcionais. A direcionalidade adaptativa pode ser acionada por bandas de frequências, mas só é possível com a utilização de dois ou mais microfones (KATES, 2008; GRANT *et al.*, 2008; SUMMERS *et al.*, 2008). Embora os microfones direcionais automáticos e adaptativos possam trazer benefícios, eles também são afetados negativamente quando utilizados em ambientes com múltiplas fontes de ruído e em locais reverberantes (WOODS *et al.*, 2010).

Atualmente os diferentes tipos de microfones podem ser implementados em todos os tipos de próteses auditivas, tanto retroauriculares quanto intra-aurais. Os microfones omnidirecionais nas próteses auditivas intra-aurais podem proporcionar maior diretividade do que este mesmo microfone em uma prótese retroauricular, em virtude do efeito que o pavilhão auricular proporciona em relação à localização do microfone na orelha (OLSEN, HAGERMAN, 2002). Já os efeitos dos microfones direcionais nos diferentes tipos de próteses auditivas podem ser semelhantes. Embora o pavilhão auricular possa interferir negativamente em como o som será captado pela(s) entrada(s) do microfone direcional da prótese intra-aural, ao mesmo tempo ocorre uma direcionalidade natural aos sons vindos de trás, proporcionada por este mesmo pavilhão (PUMFORD *et al.*, 2000). Dessa forma, os sistemas direcionais nas próteses auditivas intra-aurais podem proporcionar tanto benefício quanto os retroauriculares (WU, BENTLER, 2012).

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

Esta pesquisa possui caráter longitudinal, prospectivo e analítico (HADDAD, 2004).

#### **3.2 Aspectos Éticos**

Este estudo foi enviado ao Gabinete de Projetos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), registrado e analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e aprovado sob parecer de número 127.520 (ANEXO A).

Após autorização do Comitê de Ética, o mesmo foi realizado no Laboratório de Próteses Auditivas (LPA) do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) da UFSM.

Assim, participaram somente indivíduos que concordaram com a realização dos procedimentos necessários e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Para isso, receberam maiores esclarecimentos sobre os objetivos e metodologia do estudo, bem como sobre a confidencialidade dos dados e privacidade dos informantes.

#### **3.3 População e Critérios de Elegibilidade**

Inicialmente, foi realizado um levantamento dos pacientes que estariam em processo de adaptação das próteses auditivas pelo Programa de Concessão de Próteses Auditivas do Ministério da Saúde, no LPA do SAF–UFSM no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. O período mencionado refere-se ao de vigência do edital 2012/2013 do Programa de Concessão de Próteses Auditivas do Governo Federal, no qual as próteses auditivas selecionados para a pesquisa foram disponibilizados.

Após este levantamento, foi realizada uma análise dos dados contidos nas pastas dos pacientes. Para serem selecionados nesta etapa, os critérios utilizados foram:

- Ter idade igual ou superior a 60 anos;
- Diagnóstico audiológico de perda auditiva bilateral do tipo neurosensorial de grau leve a moderadamente severo (LLOYD, KAPLAN, 1978);
- Limiar de reconhecimento de fala (LRF) de no máximo 65 decibéis (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 binaural de próteses auditivas auditivos retroauriculares, de tecnologia tipo B, que possuem redutor de ruído e microfone direcional, selecionados para esta pesquisa.

### **3.4 Procedimentos e avaliações prévias**

Os dados referentes à audiometria tonal liminar, limiar de reconhecimento de fala, índice percentual de reconhecimento de fala e limiares de desconforto para fala e tom puro, que comprovam a perda auditiva do sujeito e que serviram de base para a programação das próteses auditivas, foram anotados em um protocolo (APÊNDICE B), juntamente com os valores encontrados na imitanciometria.

Antes de iniciar a adaptação das próteses auditivas, o paciente foi convidado a participar do estudo. Após os devidos esclarecimentos e assinatura do TCLE, foi efetuada uma anamnese (APÊNDICE C) que forneceu informações referentes a dados pessoais, nível de escolaridade, queixas auditivas, história otológica, tempo da perda auditiva, e hábitos de vida diária.

Após a entrevista, foi aplicado o Mini Exame de Estado Mental (MEEM) (FOLSTEIN, FOLSTEIN, MCHUGH, 1975) para triagem cognitiva a fim de averiguar possíveis déficits que não puderam ser evidenciados durante a anamnese. O ponto de corte utilizado foi referente aos anos de estudo (BRUCKI *et al.*, 2003), relatado pelo sujeito durante a anamnese. Dessa forma, a classificação utilizada foi a seguinte: analfabetos, no mínimo, 20 pontos; de 1 a 4 anos de estudos, mínimo de

25 pontos; de 5 a 8 anos de estudos, 26,5 pontos; de 9 a 11 anos de estudos, 28 pontos; e acima de 12 anos de estudos, 29 pontos. Os dados foram anotados em um protocolo (APÊNDICE D).

Após estes procedimentos, foram excluídos do estudo os sujeitos que:

- Possuíam alguma doença de orelha externa e/ou média;
- Referiram histórico de alteração neurológica e/ou fatores cognitivos e articulatórios que poderiam interferir na avaliação;
- Obtiveram resultados inferiores ao esperado na triagem cognitiva.

Qualquer indivíduo que, por algum motivo, não aceitou ou desistiu de participar da pesquisa, não cumpriu os critérios de elegibilidade ou apresentou algum fator que pudesse interferir no teste, como alterações neurológicas tais como problemas de memória, acidente vascular encefálico, demências, entre outros, e/ou de fluência verbal, foi excluído do grupo estudado.

Dessa forma, para obter os resultados das variáveis analisadas nesta pesquisa, os pacientes compareceram a cinco consultas, com intervalo mínimo de 14 dias entre elas. Em cada atendimento, alguns procedimentos foram realizados e serão descritos a seguir. Para melhor visualização do estudo como um todo, eles estão ilustrados no fluxograma abaixo:

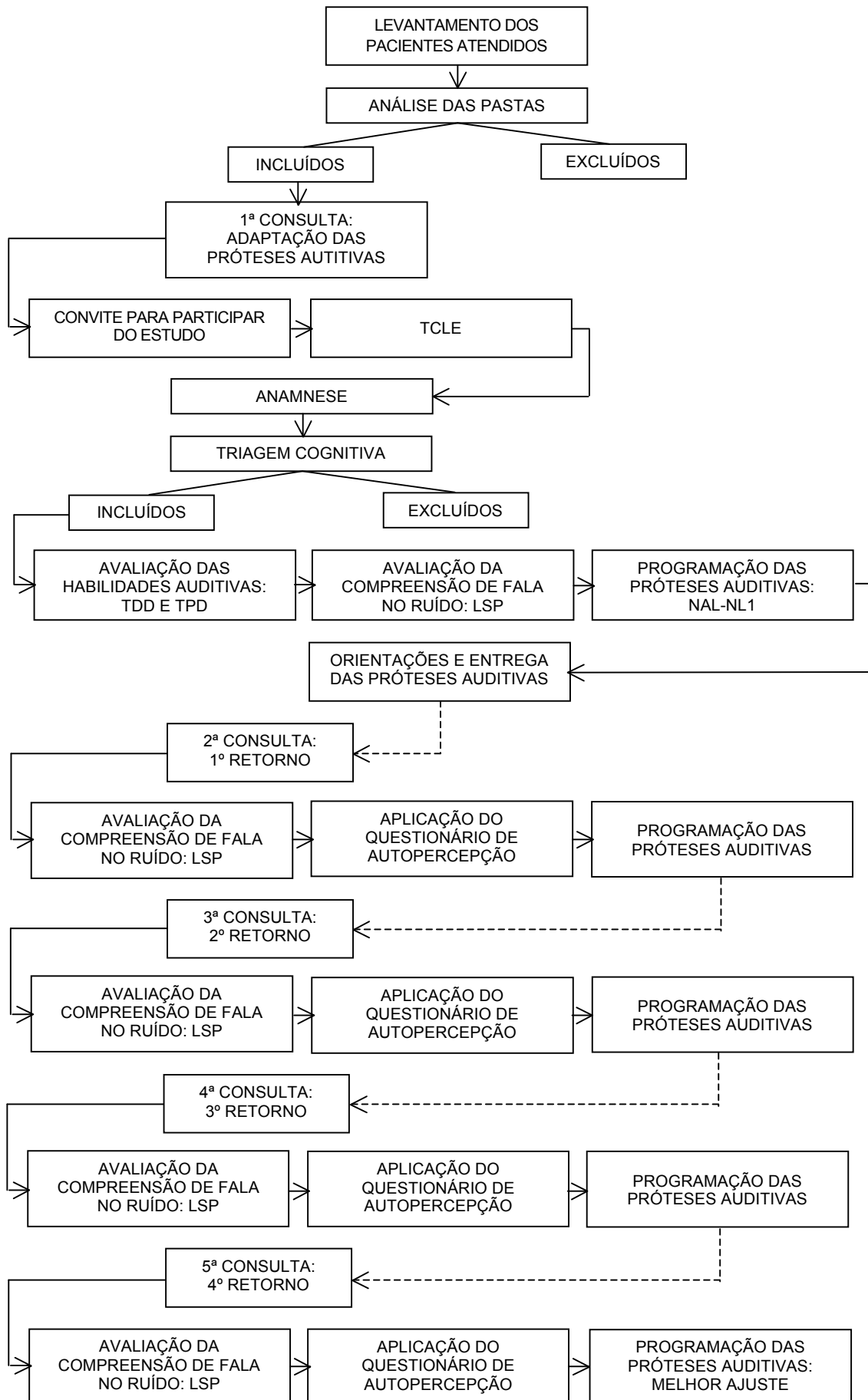


Figura 12. Fluxograma do estudo.



### 3.5 Avaliação das habilidades auditivas

Devido a este estudo ser longitudinal, envolver várias consultas e procedimentos, e de nem todos os idosos atendidos residirem na cidade onde a pesquisa foi realizada, não foi efetuada uma avaliação completa das habilidades do processamento auditivo. Dessa forma, foram selecionados o Teste Dicótico de Dígitos e o Teste Padrão de Duração, por serem mais resistentes aos efeitos da perda auditiva (MUSIEK, BARAN, 1996; BARAN, 1997), e já estarem disponíveis para serem utilizados.

Assim, as habilidades auditivas avaliadas foram de figura-fundo para sons verbais, através da capacidade de reconhecer dois ou mais sons emitidos simultaneamente pela tarefa de integração e separação binaural; e de ordenação temporal, que se referem ao processamento de dois ou mais estímulos acústicos na sua ordem de ocorrência no tempo, permitindo reconhecer, identificar, e sequenciar corretamente padrões auditivos; Foram utilizados, respectivamente, o Teste Dicótico de Dígitos (TDD) (PEREIRA, SCHOCHAT, 2011) e o Teste Padrão de Duração (TDP) (AUDITEC, 1997). Estes testes, gravados em *Compact Disc* (CD), foram apresentados através de fones, modelo TDH-39, via *CD Player* da marca Toshiba, modelo 4149, acoplado a um audiômetro digital de dois canais, marca *Fonix*, modelo FA-12.

O Teste Dicótico de Dígitos (TDD) é composto por quatro listas de 20 itens cada, sendo que cada item é composto por quatro dígitos, selecionados entre os números de um a nove da língua portuguesa (4, 5, 7,8 e 9). Foram apresentados dois dígitos foram em cada orelha, simultaneamente, e podem ser respondidos de duas formas: repetindo oralmente os quatro números apresentados, independente da ordem de apresentação dos mesmos, etapa chamada de integração binaural; ou repetindo somente os dígitos da orelha solicitada, etapa de escuta direcionada.

Antes da aplicação deste teste, foi realizado um treinamento, com os estímulos presentes na mesma faixa do teste. Assim, foi solicitado ao indivíduo reproduzir verbalmente os estímulos apresentados, independentemente da ordem de ocorrência dos mesmos, primeiramente solicitando a etapa de integração binaural, e na sequência, a etapa de escuta direcionada. Ao responder incorretamente os dígitos apresentados, o protocolo é assinalado. Cada número

respondido incorretamente equivale a 1,25% de erro. Ao final da avaliação, foram contabilizadas as porcentagens de acertos de cada orelha, nas duas condições de aplicação.

Já o Teste Padrão de Duração (TPD) consiste na apresentação de sequências de três tons de 1000 Hz, que se diferenciam quanto às suas durações: 500 milissegundos, considerado como longo (L), e 250 milissegundos, considerado como curto (C). Foram apresentados 60 estímulos de forma binaural, sendo que 30 deveriam ser respondidos de maneira murmurada, na qual os sons apresentados deveriam ser imitados, e 30 de maneira nomeada, rotulando linguisticamente os tons escutados. As possibilidades de respostas são LLC; LCL; LCC; CLL; CLC e CCL.

Da mesma forma que no teste anterior, foi realizado um treinamento antes da aplicação do teste, para familiarização do indivíduo. Inicialmente solicitou-se a resposta murmurada e, na sequência, a resposta nomeada. Foi considerado como acerto os três tons respondidos corretamente, sendo que cada sequência corresponde a 3,33%.

Durante a aplicação do TPD, foi verificado que os sujeitos tiveram muita dificuldade para responder a tarefa nomeada, sendo que muitos não acertaram nenhuma das sequências apresentadas. Acredita-se que, por ter sido o último teste a ser aplicado, os sujeitos avaliados já estavam cansados, o que interferiu nas respostas. Assim, este resultado não foi utilizado.

Tanto o TDD quanto o TPD foram realizados no nível de maior conforto relatado pelos sujeitos, em torno de 30 a 40 dB NS acima da média tritonal da pior orelha (PARRELLA, BRANCO-BARREIRO, 2005). Não foi utilizado o nível de apresentação sugerido na literatura (PEREIRA, SCHOCHAT, 2011), uma vez que, durante o treinamento, muitos referiram desconforto aos sons dos testes. Os resultados foram anotados em protocolos (APÊNDICE E e F).

É importante relatar que os resultados encontrados para ambos os testes não foram classificados conforme os critérios de normalidade, uma vez que este estudo analisou estes achados maneira qualitativa, e correlacionados a outros testes aplicados.

### 3.6 Programação das próteses auditivas e ativação dos algoritmos

Foram selecionados para esta pesquisa dois modelos de próteses auditivas (I e II), de marcas diferentes, pertencentes a tecnologia tipo B, descritas no instrutivo de reabilitação auditiva, Portaria GM 793 de 24 de abril de 2012 e Portaria GM 835 de 25 de abril de 2012, do Programa de Atenção a Saúde Auditiva do Ministério da Saúde. As mesmas foram escolhidas por serem digitais e programáveis; por possuírem características técnicas semelhantes, entre elas o algoritmo de redutor de ruído por modulação multibanda, e microfone direcional do tipo hipercardióide; e por não possuírem programas automáticos. Um resumo das características destas próteses auditivas, e suas fichas técnicas, podem ser visualizados a seguir:

<b>Prótese Auditiva</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Grau da perda auditiva</b>	Moderada a severa	Moderada a severa
<b>Canais</b>	8	6
<b>Redutor de Ruído</b>	Modulação Multibanda Redução de até 8 dB	Modulação Multibanda Redução de até 9 dB
<b>Microfone Direcional</b>	Hipercardióide Fixo e Automático	Hipercardióide Fixo e Automático
<b>Redutor de Ruído de vento</b>	Sim	Sim
<b>Redutor de Microfonia</b>	Sim	Sim
<b>Registro de dados</b>	Sim	Sim

Quadro 1. Resumo das características das próteses auditivas utilizadas nesta pesquisa.

Measurement	ANSI/IEC 2cc Coupler	IEC OES Coupler
Peak OSPL90 (dB SPL)	126	131
HFA OSPL90 (dB SPL)	119	NA
RTF OSPL90 (dB SPL)	NA	128
Peak Gain (dB)	60	65
HFA Full-On Gain (dB)	54	NA
RTF Full-On Gain (dB)	NA	63
Frequency Range (Hz)	100 - 7000	TBD
Reference Test Frequency (kHz)	NA	1.6
HFA Frequencies (kHz)	1.0, 1.6, 2.5	NA
Reference Test Gain (dB)	42	53
Harmonic Distortion		
500 Hz (%)	<5	<5
800 Hz (%)	<2	<2
1600 Hz (%)	<2	<2
Equivalent Input Noise (dB SPL)	<22	<22
Attack and Release Time (ANSI/IEC) – Test Mode		
Attack Time (ms)	22	5
Release Time 0.1s (ms)	5-150	5-250
Release Time 2.0s (ms)	5-150	5-250
Induction Coil Sensitivity		
HFA SPLITS (ANSI) (dB SPL)	110	NA
MASL (IEC) (dB SPL)	NA	93
ANSI/IEC Battery Current (mA)	1.65	1.54
Idle Current (mA)	1.5	1.5
Estimated Battery Life for 16-Hour Day		
312 Zinc Air (days)	6-8	6-8

Figura 13. Ficha técnica da prótese auditiva I.

	2 ccm coupler	Ear simulator
	Standard ANSI S3.22-2003; IEC 60118-7:2005	IEC 118-0/A1
<b>Output Sound Pressure Level</b>		
at 1.6 kHz	–	129 dB
Peak	129 dB	135 dB
HFA <sup>1</sup> -OSPL 90	123 dB	–
<b>Gain</b>		
Full-on Gain (FOG) at 1.6 kHz	–	69 dB
Full-on Gain (Peak)	70 dB	75 dB
HFA-FOG	61 dB	–
Reference Test Gain	47 dB	54 dB
<b>Frequency Range (DIN 45605*)</b>		
Low frequency limit	100 Hz	170 Hz*
High frequency limit	6900 Hz	7100 Hz*
<b>Total Harmonic Distortion</b>		
500 Hz	2 %	2 %
800 Hz	1 %	1 %
1600 Hz	1 %	1 %
<b>Equivalent Input Noise</b>	20 dB	20 dB
<b>Inductive Coil Sensitivity</b>		
MASL <sup>2</sup> (1 mA/m)	–	98 dB
HFA-MASL (1mA/m)	92 dB	–
HFA SPLITS <sup>3</sup> (left/right)	106/107 dB	–
RSETS <sup>4</sup> (left/right)	-1/0 dB	–
<b>AGC-O (fully activated)</b>		
Attack time	6 ms	6 ms
Release time	110 ms	110 ms
<b>Battery-Type 13</b>		
Battery Voltage	1.3 V	1.3 V
Battery current drain	1.0 mA	1.0 mA
Battery life (Cell Zink-Air)	~ 220 h	~ 220 h

Figura 14. Ficha técnica da prótese auditiva II.

As próteses auditivas de todos os indivíduos avaliados foram programadas conforme o ganho prescrito segundo a regra prescritiva NAL-NL1 (DILLON, 1999), presente no software de programação. Embora houvesse alteração no ganho em virtude da modificação dos ajustes, estes não foram reajustados. Somente a ativação ou não do redutor de ruído e o tipo de microfone foi modificado. Assim, outros algoritmos presentes nas próteses auditivas não foram ativados. O controle de volume manual do usuário foi desativado para proporcionar uma melhor percepção dos algoritmos durante as semanas de uso.

A ativação ou não do redutor de ruído, do microfone omnidirecional ou direcional foi realizada ao final de cada uma das quatro consultas, e foi escolhida de forma randomizada, para diminuir as chances do desempenho do sujeito estar relacionado a uma determinada sequência de ativações.

Dessa forma, houve quatro possibilidades de programação:

- Microfone omnidirecional e redutor de ruído desativado,
- Microfone omnidirecional e redutor de ruído ativado,
- Microfone direcional e redutor de ruído desativado,
- Microfone direcional e redutor de ruído ativado.

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

Após a regulagem das próteses auditivas, ao final de todas as sessões de avaliação, foi realizado o ganho de inserção, com o equipamento *Aurical Plus*, marca Otometrics. O teste foi realizado em uma sala silenciosa, com o indivíduo posicionado a 0°/0° azimuth em relação à caixa acústica e 1 metro distância, com posição de cabeça em plano horizontal em relação à fonte sonora. O tipo de estímulo utilizado foi o *Warble*, nível de apresentação de 65 dB NPS. Assim, o ganho prescrito mantido foi confirmado e somente os algoritmos foram alterados.

### **3.7 Teste de fala e estratégia de aplicação**

Para avaliar a compreensão de fala na presença de ruído, foi utilizado o teste Listas de Sentenças em Português Brasil (LSP-BR) (COSTA, 1998), (ANEXO B) constituído por uma lista de 25 sentenças (COSTA *et al.*, 1997), outras sete listas com 10 sentenças (COSTA, IORIO, MANGABEIRA-ALBERNAZ, 2000) e um ruído

com espectro de fala (COSTA *et al.*, 1998). As sentenças e o ruído estão gravados em *CD*, em canais independentes.

As medidas desta pesquisa foram obtidas em cabine tratada acusticamente, utilizando 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 utilizando 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, sendo estas dispostas a  $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimuth e  $0^{\circ}/180^{\circ}$  azimuth, nos planos vertical e horizontal respectivamente. A fala manteve-se fixa na caixa da frente ( $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimuth) enquanto o ruído primeiramente foi apresentado na caixa da frente ( $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimuth) e posteriormente na caixa de trás ( $0^{\circ}/180^{\circ}$  azimuth).

A escolha das listas a serem utilizadas foi baseada na ordem de apresentação gravada no *CD*. Apesar das mesmas terem sido utilizadas mais de uma vez, elas não foram empregadas na mesma situação de avaliação.

Dessa forma, foram obtidas duas medidas: o Limiar de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (LRSR) e o Índice Percentual de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (IPRSR).

A técnica de apresentação das sentenças para a obtenção dos LRSR baseou-se na estratégia sequencial ou adaptativa, ou ainda ascendente-descendente (LEVITT, RABINNER, 1967), 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.

O procedimento da pesquisa dos LRSR consistiu na apresentação de um estímulo em um determinado nível de apresentação, obtido após o treino do teste, realizado com a lista 1A. Quando o indivíduo foi capaz de reconhecer corretamente o estímulo de fala apresentado, o mesmo foi diminuído. Caso contrário, foi aumentado. Este procedimento foi repetido até o final da lista, utilizando intervalos de 2,5 dB após a primeira mudança no padrão de resposta do paciente. Foram pesquisados dois LRSR, um deles obtido com ruído a  $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimuth e outro com ruído a  $0^{\circ}/180^{\circ}$  azimuth.

Já na pesquisa dos IPRS, o nível de apresentação das sentenças permaneceu fixo no valor obtido nos LRSR, encontrados para cada indivíduo

(SANTOS, PETRY, COSTA, 2010). Foram obtidos dois IPRSR, um deles com ruído a 0/0° e outro com ruído a 0°/180° azimuth. Os IPRSR foram pontuados considerando como erro somente a(s) palavra(s) omitida(s) ou repetida(s) de maneira incorreta (COSTA *et al*, no prelo) anotados em um protocolo (APÊNDICE G).

Tanto na pesquisa dos limiares quanto dos índices, o ruído permaneceu constante a 65 dB NPS (A).

### **3.8 Desenvolvimento e aplicação do questionário de autopercepção**

Para investigar a autopercepção do desempenho obtido com diferentes programações das próteses auditivas, foi desenvolvido um questionário (APÊNDICE H), com o intuito de proporcionar a percepção dos diferentes ajustes das próteses auditivas em distintas situações do cotidiano, e que se adequasse a realidade do grupo estudado.

As questões foram elaboradas com o objetivo de abordar condições de escuta cotidianas, com e sem ruído, na qual pudessem ser mensuradas diferentes percepções espaciais dos sons. Foram priorizados três aspectos principais relacionados a diferentes ambientes de escuta, com diferentes níveis de ruído: situações nas quais o som de interesse estivesse na frente ou nas laterais do ouvinte, sem e com presença de ruído competitivo; quando na presença de ruído, estes deveriam ser de diferentes tipos, como ruído ambiental difuso, intermitente ou de fala; e locais distintos, como reverberantes, internos ou externos (RICKETTS, HENRY, GNEWIKOW, 2003).

Assim, com a intenção de elaborar um questionário simples, objetivo e de fácil aplicação, foram formuladas seis perguntas que abordassem tais aspectos acima descritos. Primeiramente, após a elaboração das mesmas, foi realizada uma aplicação piloto em 15 pacientes atendidos no serviço, que proporcionou a adequação do formato das questões, substituição de alguns termos que facilitassem a compreensão e a forma como as respostas deveriam ser pontuadas, bem como sua reprodutibilidade. Estes pacientes responderam as mesmas questões em duas diferentes consultas, utilizando a mesma programação das próteses auditivas. Após o cálculo das pontuações, as mesmas foram analisadas e comparadas



estatisticamente através do teste Wilcoxon, não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa entre o resultado das duas consultas.

A partir da aplicação piloto, as perguntas foram revisadas e assim, elaborada a versão final do questionário. As questões abordaram a autopercepção da compreensão nas seguintes situações: comunicação em ambiente familiar no silêncio e no ruído; percepção de fala para a televisão ou rádio; ambientes ruidosos internos, como mercado, padaria e restaurante, e externos, como trânsito ou ruído de máquinas; e lugares reverberantes com grande grupo de pessoas, como reuniões, igrejas ou cultos.

Para cada uma das seis perguntas, foram apresentadas cinco opções de respostas fechadas, que puderam ser convertidas em escalas numéricas. Assim, em cada uma das diferentes situações abordadas, o paciente possuía como opções de respostas sentir-se pior (um ponto), sem diferença (dois pontos), um pouco melhor (três pontos), melhor (quatro pontos) e muito melhor (cinco pontos) com o uso das próteses auditivas em determinada circunstância. A pontuação pode ser analisada pela soma total de todas as pontuações, ou pela análise individual de cada resposta por questão. Assim, o escore mínimo obtido foi seis, e o máximo 30; escores iguais ou inferiores a 12 pontos podem representar nenhuma diferença ou piora na comunicação com o uso das próteses auditivas; enquanto maior que 12 sugerem melhora na compreensão de fala.

A aplicação do questionário de autopercepção ocorreu no início de cada consulta de retorno, após o paciente ter utilizado determinados ajustes nas semanas anteriores. Como houve quatro possibilidades de regulagens distintas, as perguntas foram aplicadas nas quatro consultas de retorno, não sendo permitido ao paciente conferir suas respostas anteriores. As questões foram lidas em voz alta para o paciente, juntamente com as possibilidades de resposta, e assim a resposta oralmente relatada pelo sujeito foi anotada. Ao final da aplicação, foram calculadas a pontuação total e por questão.

Os pacientes foram orientados a manter um diário de uso das próteses auditivas, no qual deveriam anotar o número de horas diárias de uso das mesmas, e alguns comentários relevantes em relação a alguma situação pela qual vivenciaram.

### **3.9 Avaliação objetiva e subjetiva do reconhecimento de fala: sequência de aplicação**

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

Estas medidas foram obtidas em diferentes momentos, consistindo em cinco consultas para cada sujeito.

Na primeira consulta, antes das próteses auditivas serem adaptadas, foi aplicado o teste LSP, sem o uso das próteses auditivas. Nos quatro retornos, além do teste acima citado, também foi efetuada a aplicação do questionário de autopercepção.

Assim sendo, a sequência dos dados analisados nesta pesquisa foram obtidos da seguinte forma:

- Primeira consulta: Consulta de adaptação das próteses auditivas. Antes da adaptação das mesmas, foram obtidos os LRSR e IPRSRS, sendo que o LRSR serviu de parâmetro para a aplicação do teste nas consultas subsequentes. Logo após, as próteses auditivas foram adaptadas, com uma das quatro regulagens descritas anteriormente.

- Segunda consulta: No primeiro retorno de acompanhamento, foram obtidos os LRSR e IPRSRS e aplicado o questionário, após um período de 14 a 24 dias de uso das próteses auditivas com a primeira programação realizada na adaptação. Ao final da consulta, foi ativada outra programação.

- Terceira consulta: No segundo retorno de acompanhamento, foram obtidos os LRSR e IPRSRS e aplicado o questionário, após um período que variou de 14 a 24 dias de uso das próteses auditivas com a segunda programação realizada no final do segundo retorno. Ao final da consulta, foi ativada outra programação.

- Quarta consulta: No terceiro retorno de acompanhamento, foram obtidos os LRSR e IPRSRS e aplicado o questionário após um período que variou de 14 e 24 dias de uso das próteses auditivas, com a terceira regulagem realizada, no final do terceiro retorno. Ao final da consulta, foi ativada a última possibilidade de programação.

- Quinta sessão: quarto e último retorno de acompanhamento, foram obtidos os LRSR e IPRSR e aplicado o questionário, após um período de 14 e 24 dias de uso das próteses auditivas, com a quarta regulagem realizada, no final do quarto retorno. Ao final da última consulta, uma programação definitiva foi selecionada, com base no ajuste que proporcionou maior escore de acertos no IPRSR, e na pontuação total do questionário, que será descrito na sequência. Nos casos em que o ajuste com o microfone direcional proporcionou melhor desempenho, este foi ativado, porém a direcionalidade foi ativada de forma automática (VALENTE *et al.*, 2006).

Em todas as consultas de retorno, foi realizada uma revisão das próteses auditivas, por meio da escuta das mesmas e aferição da carga das pilhas. Também foi questionado ao paciente o uso de horas diárias, para verificar ou não o uso efetivo, confirmado posteriormente com as informações do registro de dados, no software de programação.

### **3.10 Levantamento e análise dos dados**

Após a conclusão de todas as avaliações, as informações coletadas foram tabeladas, e então analisadas e comparadas, de maneira descritiva e estatística, de acordo com os objetivos propostos. Tanto as análises descritivas quanto estatísticas estão descritas de forma detalhada, em cada um dos artigos apresentados nos capítulos 5, 6 e 7. Foi utilizado o programa Statistica 7.0 para as análises estatísticas.

A seguir, estão descritas as informações referentes ao grupo estudado.

## 4. RESULTADOS

Foi realizada a análise dos dados contidos em 443 pastas, referentes aos pacientes que estavam em processo de adaptação das próteses auditivas, pelo Programa de Concessão de Próteses Auditivas do Ministério da Saúde, no LPA do SAF–UFSM no, no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. Após este levantamento, 62 idosos se enquadraram nos critérios de inclusão deste estudo.

Posteriormente a primeira consulta, nove idosos foram excluídos do estudo devido a não atingirem a pontuação necessária na triagem cognitiva. Os mesmos receberam as próteses auditivas e todas as orientações necessárias, e deram seguimento às consultas subsequentes no mesmo serviço.

Dessa forma, a pesquisa propriamente dita iniciou com 53 pacientes. Ao longo dos atendimentos, quatro não puderam comparecer nos horários disponibilizados, e 13 faltaram a uma das quatro consultas de retorno. Assim, o grupo estudado ficou composto por 36 sujeitos, com idade entre 60 e 87 anos, de ambos os gêneros. Ao total, foram contabilizados 225 atendimentos realizados no período de coleta de dados.

A seguir, estão expostos os dados descritivos que caracterizam os sujeitos estudados, tais como idade, escolaridade, pontuação da triagem cognitiva, gênero, grau da perda auditiva em cada orelha (segundo a média tritonal de 500, 1000 e 2000 Hz), prótese auditiva adaptada, e limiares auditivos por via aérea da orelha direita e esquerda.

Tabela 1. Valores descritivos quanto à idade, escolaridade e triagem cognitiva dos idosos estudados (n=36).

<b>Variáveis</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>
<b>Idade (anos)</b>	60	87	73,53	73
<b>Escolaridade (anos de estudo)</b>	0	11	4,25	5
<b>Triagem Cognitiva (pontos)</b>	20	30	25,39	26

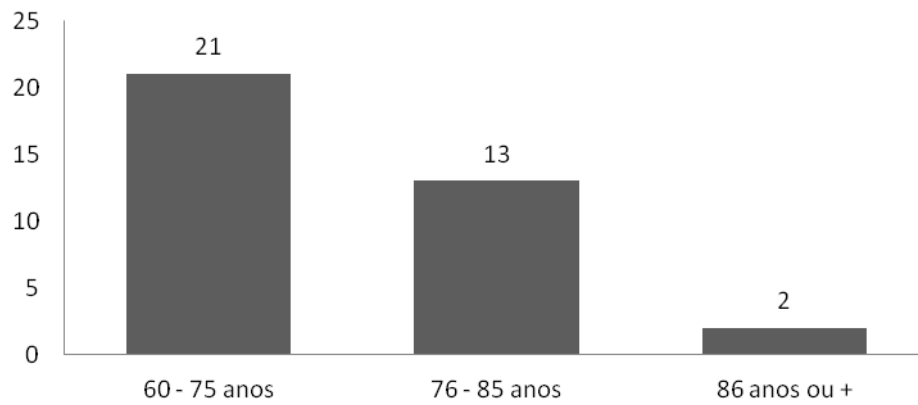


Gráfico 1. Número de idosos estudados, por faixa etária (n=36).

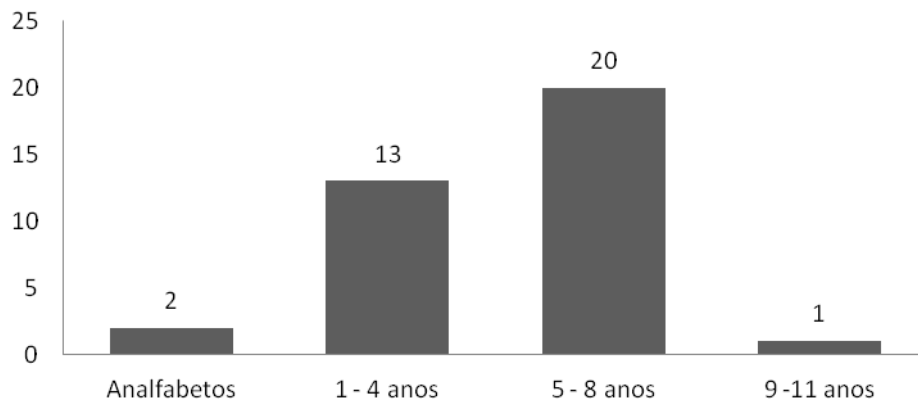


Gráfico 2. Número de idosos estudados, por escolaridade, em anos de estudo (n=36).

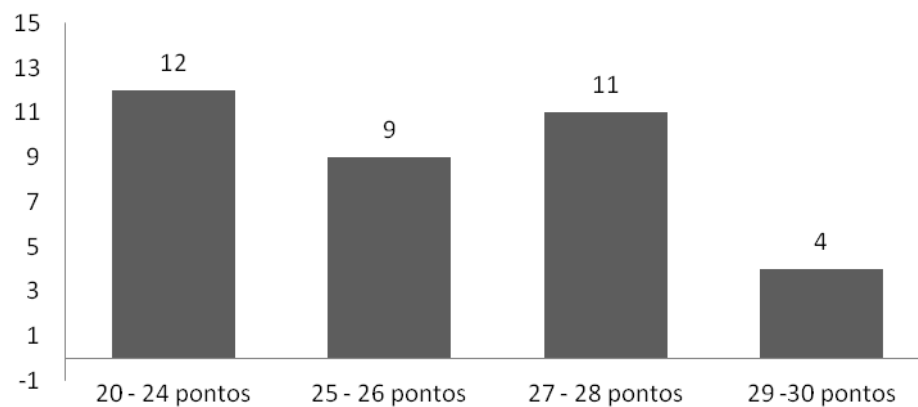


Gráfico 3. Número de idosos estudados, segundo as pontuações do MEEM (n=36).

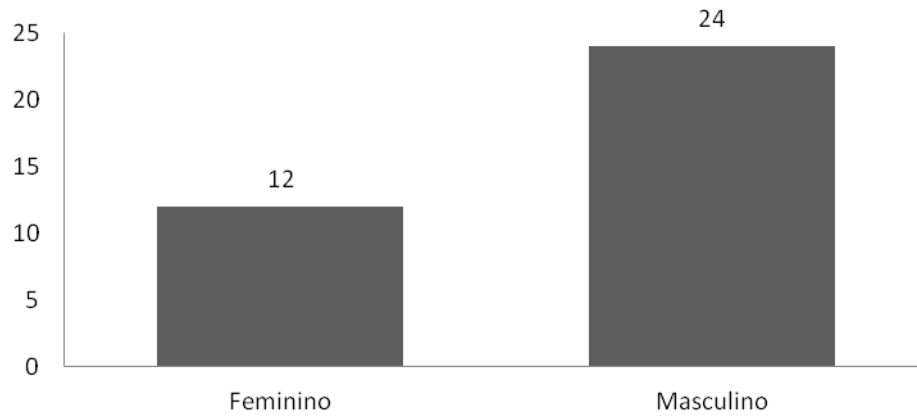


Gráfico 4. Número de idosos estudados, quanto ao gênero (n=36).



Gráfico 5. Número idosos estudados quanto ao grau da perda auditiva na orelha direita (OD) e orelha esquerda (OE) (n=36).

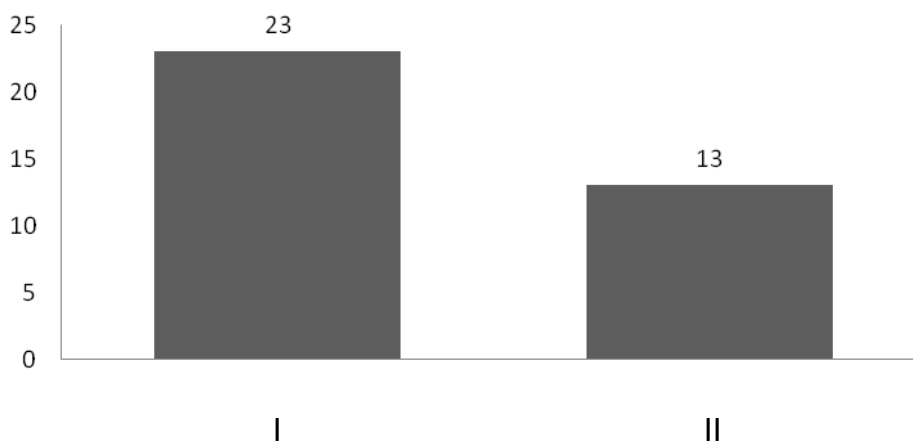


Gráfico 6. Número de indivíduos quanto aos dois tipos de próteses auditivas adaptadas (n=36).

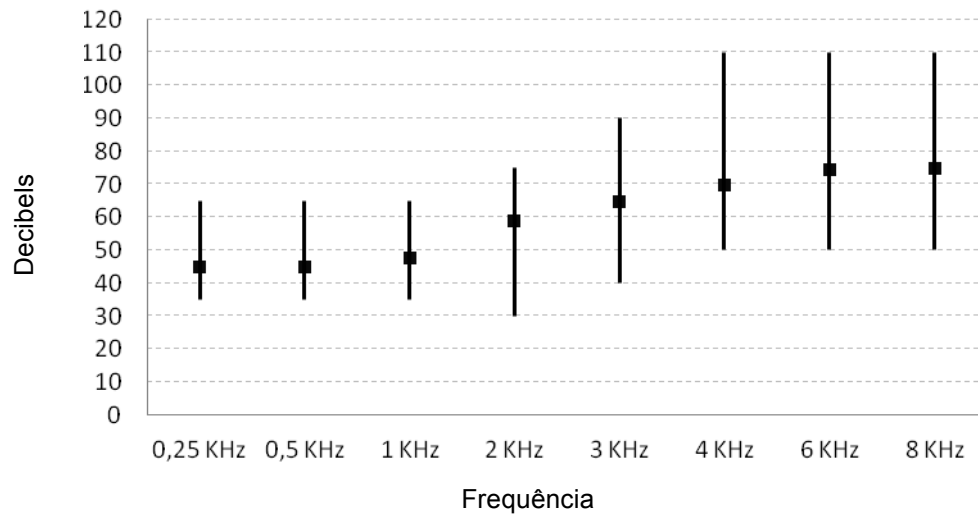


Gráfico 7. Valores mínimos, máximos e médios dos limiares auditivos por via aérea da orelha direita.

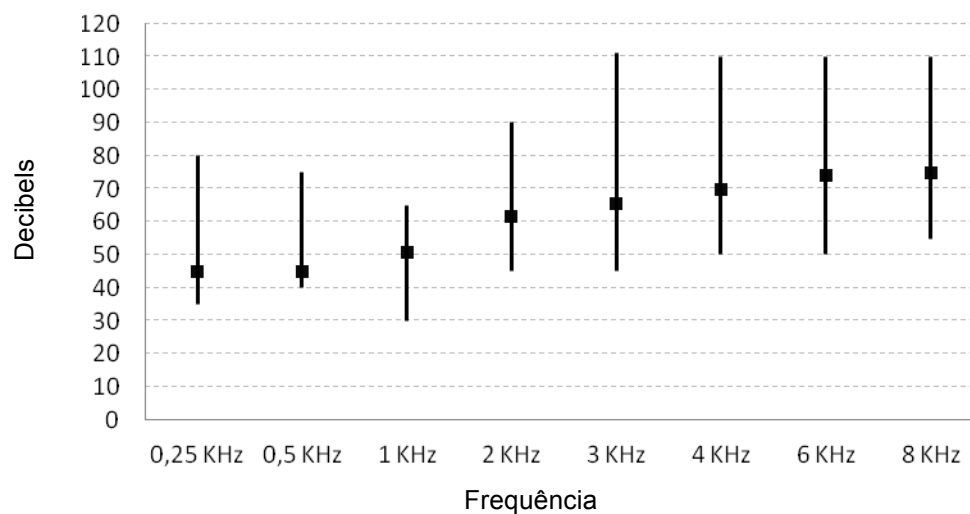


Gráfico 8. Valores mínimos, máximos e médios dos limiares auditivos por via aérea da orelha esquerda.

Em relação às duas diferentes próteses auditivas adaptadas, foi realizada análise estatística que comparou o desempenho dos sujeitos que utilizaram a prótese auditiva I e com os que utilizaram a prótese auditiva II, ambas com os diferentes ajustes já relatados. Esta análise foi realizada a fim de verificar se uma

delas poderia proporcionar melhor compreensão de fala, devido às mesmas possuírem características técnicas semelhantes, mas não iguais.

Nas tabelas 2 e 3 estão expostos os valores mínimos, máximos, médias, medianas e o resultado do teste U de Mann Whitney que comparou os resultados das diferentes próteses entre si. Os dados são referentes aos IPRSR obtidos com as próteses auditivas I e II, realizados nas duas condições de avaliação, com ruído incidente na frente e atrás. Com base nos resultados abaixo, não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os resultados obtidos com as próteses auditivas I e II.

Tabela 2. Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%) obtidos com as próteses auditivas I e II, e comparação entre as diferentes próteses, com ruído incidente na posição frontal (0/0° azimuth).

<b>IPRSR/0°</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Valor de p</b>
<b>MO 1</b>	35,20	100,00	73,20	74,80	0,621112
<b>MO 2</b>	57,50	95,56	76,27	76,79	
<b>MO+RR 1</b>	42,40	100,00	82,69	84,40	0,741765
<b>MO+RR 2</b>	60,04	100,00	83,28	86,80	
<b>MD 1</b>	61,60	100,00	85,02	84,40	0,654572
<b>MD 2</b>	52,27	100,00	81,24	82,24	
<b>MD+RR 1</b>	48,46	100,00	83,46	84,79	0,947448
<b>MD+RR 2</b>	73,09	100,00	83,80	81,28	

\* p significativa  $\leq 0,05$ , teste U de Mann Whitney.

Legenda:

IPRSR: 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.

1: Prótese auditiva 1.

2: Prótese auditiva 2.



Tabela 3. Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%) obtidos com as próteses auditivas I e II, e comparação entre as diferentes próteses, com ruído incidente na posição frontal (0/180° azimute).

<b>IPRSR/180°</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Valor de p</b>
<b>MO 1</b>	42,29	100,00	74,05	70,03	0,487992
<b>MO 2</b>	46,72	100,00	78,16	77,40	
<b>MO+RR 1</b>	53,60	100,00	81,65	84,92	0,986842
<b>MO+RR 2</b>	43,03	100,00	81,40	81,13	
<b>MD 1</b>	66,10	100,00	89,45	90,01	0,907214
<b>MD 2</b>	63,37	100,00	89,28	88,90	
<b>MD+RR 1</b>	57,08	100,00	88,99	91,88	0,986811
<b>MD+RR 2</b>	78,94	100,00	90,50	92,23	

\* p significativa  $\leq 0,05$ , teste U de Mann Whitney.

Legenda:

IPRSR: Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído.

180°: Ruído na posição posterior.

MO: Microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.

1: Prótese auditiva 1.

2: Prótese auditiva 2.

Já em relação ao questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas em diferentes ambientes, os resultados encontrados na aplicação piloto foram analisados e comparados estatisticamente, através do teste Wilcoxon. Assim, não, encontrada diferença estatisticamente significativa entre as pontuações das duas consultas. Na tabela 4 estão expostos os valores mínimos, máximos, médias, medianas e o resultado do teste estatístico que comparou os resultados.

Tabela 4. Valores mínimos, máximos, médias e medianas das pontuações da aplicação piloto do questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas, obtidas nas diferentes consultas, e comparação entre os resultados (n=15).

<b>Questionário</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Consulta 1</b>	17,00	27,00	21,27	22,00	0,579100
<b>Consulta 2</b>	11,00	26,00	21,20	22,00	

\* p significativa  $\leq 0,05$ , teste Wilcoxon.

## **5. ARTIGO DE PESQUISA - PERCEPÇÃO DE FALA NO RUÍDO EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES MICROFONES E ALGORITMO DE REDUÇÃO DE RUÍDO**

### **5.1 Resumo**

**OBJETIVO:** Avaliar o reconhecimento de fala no ruído em idosos, novos usuários de próteses auditivas, com microfone direcional e redutor de ruído, desativados e ativados, e verificar qual recurso proporciona melhor inteligibilidade de fala. **MÉTODOS:** Participaram 36 indivíduos, entre 60 e 87 anos, com perda auditiva neurossensorial 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:** Quanto fala e ruído incidiram a 0°/0° azimute, a mediana dos escores de acertos do IPRSRS foram 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 estatisticamente significantes entre MO x MD; MO x RR+MD; RR+MO x MD; e RR+MO x RR+MD. Já quanto o ruído incidiu a 0°/180°, a mediana dos IPRSRS foram de 77,4% com o uso do MO; 83,79% como RR+MO; 89,46% com MD; e 91,99 com RR+MD. Ao comprar os resultados, houve diferenças estatisticamente significantes entre os desempenhos com o MO x MD; MO x RR+MD; RR+MO x MD; e RR+MO x 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° o MD proporcionou um desempenho ainda mais satisfatório.

**Palavras chaves:** Audição, auxiliares de audição, discriminação de fala, perda auditiva, idoso.

## 5.2 Abstract

**OBJECTIVE:** To evaluate speech recognition in noise on elderly people, new users of hearing aids with directional microphones and noise reduction, and check which feature provides better speech intelligibility. **METHODS:** Participated 36 individuals between 60 and 87 years with mild to moderately severe sensorineural hearing loss. Brazilian Portuguese Sentences Lists test was applied, in free field, obtaining the sentence recognition indexes in noise (SRIN) with hearing aids, with four different settings: omnidirectional microphone; noise reduction and omnidirectional microphone; directional microphone and the noise reduction and directional microphone. **RESULTS:** When speech and noise focused  $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimuth, SRIN scores were 76.74% using omnidirectional microphone; 84.95% with noise reduction and omnidirectional microphone; 84.40% directional microphone; and 86.63% with noise reduction and directional microphone. When noise focused  $0^{\circ}/180^{\circ}$ , median SRIN were 77.4% with omnidirectional microphone use; 83.79% with noise reduction and omnidirectional microphone; 89.46% with directional microphone; and 91.99 with noise reduction and directional microphone. **CONCLUSION:** Better results were seen with the noise reduction and directional microphone use in both situations evaluation, however, the situation with noise at  $0^{\circ}/180^{\circ}$  the directional microphone provided a more satisfactory performance.

**Key words:** Questionnaires, hearing aids, speech discrimination, hearing loss, aged.

### 5.3 Introdução

Um dos maiores desafios da população idosa, usuária de próteses auditivas, é compreender a fala em ambientes ruidosos (SOUZA *et al.*, 2007). A utilização deste recurso tecnológico é uma forma de minimizar os efeitos negativos da perda de audição (SANDLIN, 2003; HOLUBE, PUDER, VELDE, 2014). 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 (SOUZA *et al.*, 2007).

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 tem como objetivo diminuir a relação sinal/ruído do ambiente (CHUNG, 2004; PEETERS *et al.*, 2009).

Os algoritmos de redução de ruído têm como função atenuar a intensidade do ruído, quando este excede uma intensidade determinada em relação ao sinal de fala (ALCÂNTARA *et al.*, 2003; BENTLER, CHIOU, 2006), 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 indivíduo, comumente os de menos interesse (PUMFORD *et al.*, 2000; BLAMEY, FIKET, STEELE, 2006).

Apesar de alguns estudos (CHUNG, 2004; ALCÂNTARA *et al.*, 2003; BENTLER, CHIOU, 2006; BLAMEY, FIKET, STEELE, 2006; CORNELIS, MOONEM, WOUTERS, 2012) relatarem que estes recursos são importantes para melhorar a compreensão em ambientes ruidosos, as evidências encontradas não fazem referência se os indivíduos idosos podem se beneficiar destes ajustes.

Com base no exposto, este estudo tem como objetivo avaliar o reconhecimento de fala no ruído em um grupo de idosos, usuários de próteses auditivas, com microfone direcional e redutor de ruído, desativados e posteriormente ativados e verificar qual condição proporciona uma melhor inteligibilidade de fala.

## 5.4 Metodologia

Este estudo foi realizado no Laboratório de Próteses Auditivas (LPA) do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) da 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 maiores esclarecimentos sobre os objetivos e metodologia do estudo, bem como sobre a confidencialidade dos dados e privacidade dos informantes.

Para fazerem parte da pesquisa, os critérios de seleção foram:

- Ter idade igual ou superior a 60 anos;
- Diagnóstico audiológico de perda auditiva bilateral do tipo neurossensorial de grau leve a moderadamente severo (LLOYD, KAPLAN, 1978), 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 binaural de próteses auditivas retroauriculares, de tecnologia tipo B, que possuam microfone direcional e redutor de ruído, os recursos analisados nesta pesquisa.

Os pacientes avaliados compareceram ao LPA para a fase de adaptação das próteses auditivas no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. Nesta consulta as mesmas são entregues ao paciente e o mesmo é orientado quanto ao uso, manuseio e cuidados.

Qualquer 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 no teste, foi excluído deste estudo, dando continuidade aos procedimentos usuais do serviço.

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 sujeitos estudados.

Foram selecionados para esta pesquisa dois modelos de próteses auditivas, de marcas diferentes. Entretanto, estes possuem o mesmo tipo de microfone direcional, hipercardióide, e o mesmo tipo de redutor de ruído, por modulação multibanda, com atenuação de nove decibels, quando acionados no máximo. Estas próteses auditivas fazem parte das próteses de tecnologia tipo B, descritas 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 (DILLON, 1999), presente nos softwares de programação. O ganho não foi alterado entre as consultas, somente a ativação ou não dos algoritmos foi modificada. Para proporcionar uma 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 do desempenho do sujeito estar relacionado uma determinada sequência de ativações.

Dessa forma, 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, a direcionalidade do microfone foi mantida fixa e o redutor de ruído acionado 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 ruído a 0°/180° azimute.

A obtenção do LRSR e IPRSR 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 utilização das mesmas. Já na segunda, terceira, quarta e quinta consultas, denominadas retornos de acompanhamento, as avaliações foram realizadas com o uso das próteses auditivas, com a regulagem realizada no final na consulta anterior. O intervalo de uso das próteses foi entre 14 e 24 dias, entre as consultas.

Os LRSR e os IPRSR foram obtidos utilizando o teste Listas de Sentenças em Português (LSP), elaborado por Costa (1998), constituído por uma lista de 25 sentenças (COSTA *et al.*, 1997), outras sete listas com 10 sentenças (COSTA, IORIO, MANGABEIRA-ALBERNAZ, 2000) e um ruído com espectro de fala (COSTA *et al.*, 1998). As sentenças e o ruído estão gravados em CD, em canais independentes.

As medidas desta pesquisa foram obtidas em cabine tratada acusticamente, utilizando 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 utilizando 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, sendo estas dispostas a 0°/0° azimuth e 0°/180° azimuth nos planos vertical e horizontal, respectivamente. A fala manteve-se fixa na caixa da frente (0°/0° azimuth) quanto o ruído primeiramente foi apresentado na caixa da frente (0°/0° azimuth) e posteriormente na caixa de trás (0°/180° azimuth).

A técnica para apresentação das sentenças para o LRSR baseou-se na estratégia sequencial ou adaptativa, ou ainda ascendente-descendente (LEVITT, RABINNER, 1967), 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 a serem utilizadas 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 de apresentação, obtido após o treino do teste, realizado com a lista 1A. Se o indivíduo foi capaz de reconhecer corretamente o estímulo de fala apresentado, o nível de apresentação do mesmo foi diminuída; 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° e outro com ruído a 180°.

Já na pesquisa do IPRSR, a apresentação das sentenças permaneceu fixa no valor obtido nos LRSR, encontrados para cada indivíduo (SANTOS, PETRY, COSTA, 2010). Foram obtidos dois índices, um deles com ruído a 0°/0° azimuth e outro com ruído a 0°/180° azimuth. Os IPRSR foram pontuados considerando como erro somente a(s) palavra(s) omitida(s) ou repetida(s) de maneira incorreta (COSTA *et al.*, no prelo). Tanto na pesquisa dos limiares quanto dos índices, o ruído permaneceu constante a 65 dB NPS (A).

Ao finalizar o estudo, fizeram parte desta pesquisa 36 indivíduos, com idades entre 60 e 87 anos (média 73,5 anos), sendo 12 do sexo feminino e 24 do sexo masculino. Foram contabilizados 180 atendimentos ao concluir todas as etapas deste estudo.

Após o cálculo dos IPRSR nas diferentes condições de testagem (ruído a 0/180° graus azimuth) 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, as mesmas foram comparadas pelo teste 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.

## 5.5 Resultados

Na tabela 1 estão expostos os valores mínimos, máximos, desvios padrão, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (IPRSR), e comparação entre as diferentes programações, com ruído incidente na posição frontal (0° azimuth). Já na tabela 2 estão apresentadas as mesmas



variáveis, porém com valores referentes ao ruído incidente na posição posterior (180° azimute).

Na figura 1 estão apresentadas a média e mediana do desempenho dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0° azimute. Na figura 2 estão expostos os desempenhos com ruído a 180° azimute.

**Tabela 1.** Valores mínimos, máximos, desvios padrão, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%), e comparação entre as diferentes programações, com ruído incidente na posição frontal (0/0° azimute).

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

\* p significativa  $\leq 0,05$ , teste Wilcoxon.

Legenda:

IPRSR: 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.** Valores mínimos, máximos, desvios padrão, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (%), e comparação entre as diferentes programações, com ruído incidente na posição posterior (0/180° azimuth).

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

\*p significativa  $\leq 0,05$ , teste Wilcoxon.

Legenda:

IPRSR: Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído.

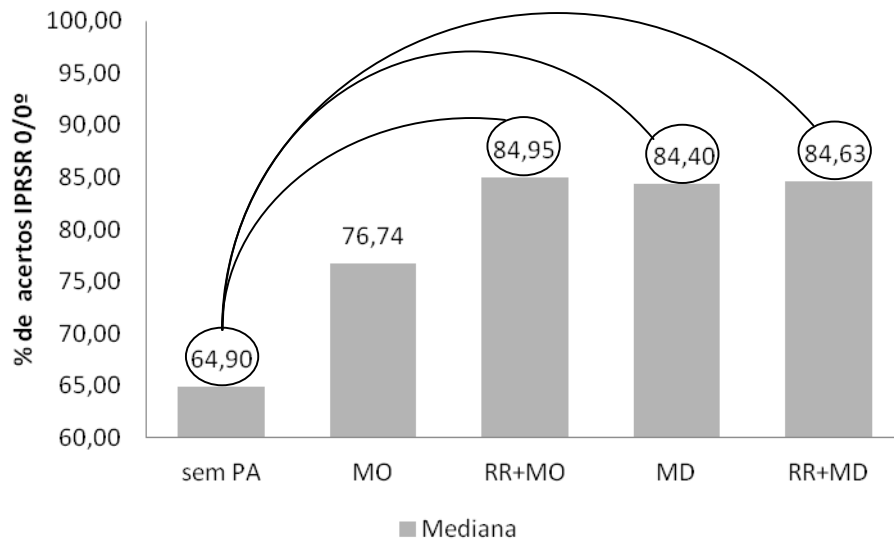
MO: Microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.

180°: Ruído na posição posterior.



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

Legenda:

IPRSR: Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído.

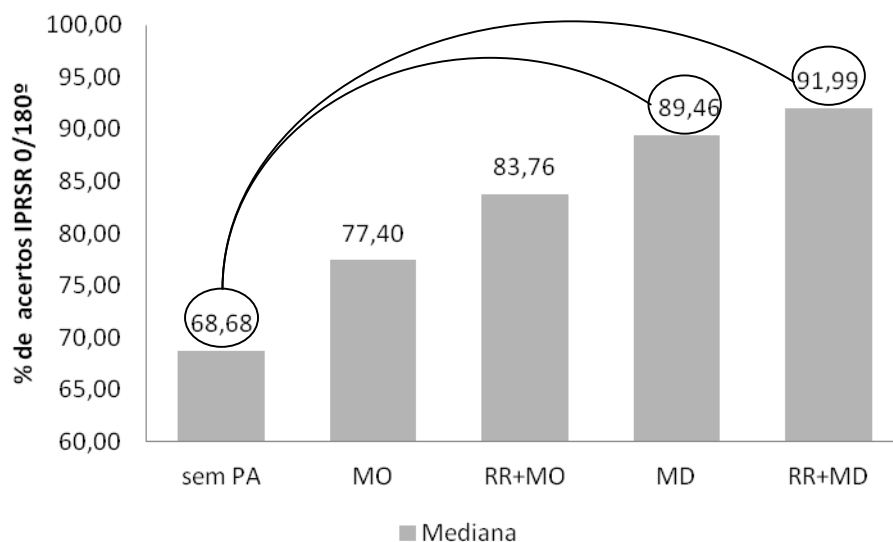
Sem PA: Sem prótese auditiva.

MO: Microfone omnidirecional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.



**Gráfico 2.** Desempenhos dos indivíduos nas diferentes situações de avaliação, com ruído incidente a 0°/180° 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.

## 5.6 Discussão

Pode-se observar, na tabela 1, que houve diferença estatisticamente significativa entre os desempenhos obtidos com o microfone omnidirecional em relação às outras três possibilidades de ajustes, quando o ruído foi incidente da posição frontal. Estes resultados podem demonstrar que os desempenhos dos sujeitos, nesta condição de avaliação, foram melhores tanto com o redutor de ruído ou microfone direcional ativado, quanto com estes dois ajustes associados, em relação ao desempenho com o microfone omnidirecional. Nesta mesma tabela, observa-se que o menor escore de acertos foi encontrado quando somente o microfone omnidirecional estava ativado.

Quanto aos resultados expostos na tabela 2, ao comparar os desempenhos dos indivíduos com ruído à 0°/180° azimute, 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. Assim, com base nestes achados, pode-se inferir que, quando o ruído está atrás do indivíduo, o microfone direcional proporcionou melhor desempenho comunicativo. Ainda, pode-se visualizar que o menor escore de acertos encontrado foi quando o redutor de ruído e o microfone omnidirecional estavam ativados.

Com base nos achados expostos nessas tabelas, pode-se sugerir que, quando fala e ruído provém da mesma fonte sonora, e esta se localiza na frente do sujeito, tanto o redutor de ruído, como microfone direcional ou os dois ativados promoveram melhor reconhecimento de fala, se comparados ao uso somente do microfone omnidirecional. Já quando o ruído vem de trás, o microfone direcional mostrou-se essencial para proporcionar melhora na comunicação.

Por mais que estudos (TRINE, VAN TASELL, 2002; CHEN *et al.*, 2006; NORDRUM *et al.*, 2006; HU, LOIZOU, 2007; LUTS *et al.*, 2010; LOIZOU, KIM, 2011) 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 (CHEN *et al.*, 2006; AREHART *et al.*, 2013), este resultado foi de encontro aos mencionados na atual pesquisa.

Mesmo que, ao reduzir a interferência de ruído dominante ao sinal total, o redutor de ruído acabe reduzido o ganho em frequências nas quais ele não seja

dominante, ocorrendo grandes chances de perda de informações que contribuem para a inteligibilidade (WALDEN *et al.*, 2000; AREHART *et al.*, 2013), pode-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.

Estes achados podem ser justificados devido aos algoritmos de redução de ruído proporcionarem redução no esforço ao escutar, tornando sons aversivos menos desconfortáveis, melhorando o conforto dos sons de uma maneira geral (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; WALDEN *et al.*, 2000; ZAKIS, HAU, BLAMEY, 2009; BRONS, HOUBEN, DRESCHLER, 2012; LOWERY, PLYLER, 2013; DESJARDINS, DOHERTY, 2014), proporcionando melhor qualidade sonora (AREHART *et al.*, 2003 ; RICKETTS, HORNSBY, 2005). Dessa forma, a capacidade cognitiva dos sujeitos acaba sendo liberada (HORNSBY, 2013) para realizar fechamento auditivo e, dessa forma, aumentar as chances de melhorar a compreensão de fala com base no contexto (BOYSMAN, DRESCHLER, 2000; PALMER *et al.*, 2006; SARAMPALIS *et al.*, 2009).

Outro ponto que deve ser levado em consideração é que o tipo de ruído utilizado na avaliação dos sujeitos muitas vezes é semelhante ao espectro da fala. Dessa forma, melhorias significativas na percepção da fala podem não ser encontradas, uma vez que quando fala e ruído se sobrepõe, o sinal de fala também é atenuado pela subtração espectral (BOYMANS, DRESCHLER 2000; ALCÂNTARA *et al.*, 2003; NATARAJAN *et al.*, 2005; BENTLER *et al.*, 2008; JIN, KATES, AREHART, 2012).

Por mais que os algoritmos de redução de ruído atuais possam reduzir seletivamente o ganho apenas nas regiões de frequência na qual o ruído é o sinal primário, as características espectrais do ruído e da fala em ambientes realistas muitas vezes se sobrepõem de forma significativa. Portanto, quando tanto fala e ruído estão presentes no meio ambiente, este algoritmo pode não fazer uma significativa alteração no sinal, uma vez que precisa haver uma diferença entre ruído e fala para o primeiro ser atenuado. Assim, nestes casos, a audibilidade da fala pode ser mantida (PEETERS, *et al.*, 2009).

Quanto ao microfone direcional, pode-se observar que ele 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 (BOYMANS, DRESCHLER, 2000). Segundo estudos (RICKETTS, 2001; CHUNG, 2004), esta pode ser a melhor estratégia para proporcionar uma elevação na relação sinal/ruído, que pode ser, em média 3 a 4 dB maior, em ambientes com baixa reverberação.

Em geral, os maiores escores no reconhecimento de fala com microfone direcional foram observados em condições experimentais, sempre que o estímulo é apresentado em frente ao ouvinte e a fonte de ruído era fixada atrás (AMLANI, 2001; BENTLER, 2005; AURIEMMO *et al.*, 2009; RICKETTS *et al.*, 2007; WU, BENTLER, 2012). Porém, quando o sinal de interesse vem de trás do ouvinte, o reconhecimento de fala pode ser considerado pobre ou limitado (RICKETTS *et al.*, 2007). Por mais que a presença de reverberação, fontes de ruído difusas, ou outras condições acústicas mais realistas possam resultar em poucas melhorias do que se refere à inteligibilidade (AMLANI, 2001; BENTLER, 2005) 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 (RICKETTS *et al.*, 2007).

Ao visualizar o gráfico 1, observa-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 direcional e os dois ajustes ativados, sendo aproximadamente 20% maior em relação ao desempenho sem prótese auditiva. Já no gráfico 2, 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 a mesma situação sem prótese.

Com base nestes achados, pode-se perceber 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 da 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 (RYCHTÁRIKOVÁ *et al.*, 2011). Quando o ruído vem de trás, o microfone direcional atuou para que este fosse captado com menor sensibilidade e, com o auxílio do redutor de ruído, promoveu o melhor desempenho nesta situação. Porém, o redutor de ruído atuando isoladamente nesta condição, não foi eficiente para melhorar a compreensão de fala,

concordando os as observações de outros autores (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; RICKETTS, HORNSBY, 2005).

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, quanto os dois ajustes associados, promoveram o aumento do escore de acertos. Já quando o ruído é proveniente de trás, o microfone direcional é imprescindível para um 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 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 (BENTLER *et al.*, 2004; CORD *et al.*, 2007). Dessa forma, é aconselhado combinar microfones direcionais e omnidirecionais. Uma possibilidade de combinação seria ajustar um dos ouvidos com microfone direcional e outro com um microfone omnidirecional, o que já demonstrou desempenho na compreensão de fala próximas ou comparáveis ao uso de microfones direcionais em ambas as próteses auditivas (BENTLER *et al.*, 2004 ; CORD *et al.*, 2007; HORNSBY, RICKETTS, 2007). 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.

## **5.7 Conclusão**

Com base no exposto, pode-se concluir que 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.

## 5.8 Referências bibliográficas

- ALCÂNTARA, J. L.; MOORE, B. C.; KUHNEL, V.; LAUNER, S. Evaluation of the noise reduction system in a commercial digital hearing aid. **Int J Audiol.**, v. 42, n. 1, p. 34–42. 2003.
- AMLANI, A. M. Efficacy of directional microphone hearing aids: A meta-analytic perspective. **J Am Acad Audiol.**, v.12, n. 4, p. 202–214. 2001.
- AREHART, K. H.; HANSEN, J. H. L.; GALLANT, S.; KALSTEIN, L. Evaluation of an auditory masked threshold noise suppression algorithm in normal-hearing and hearing-impaired listeners. **Speech Commun.**, .v 40, n. 4, p. 575–592. 2003.
- AREHART, K. H.; SOUZA, P.; BACA, R.; KATES, J. M. Working memory, age, and hearing loss: susceptibility to hearing aid distortion. **Ear Hear.**, v. 34, n. 3, p. 251-250. 2013.
- AURIEMMO, J.; KUK, F.; LAU, C.; DORNAN, B. K.; SWEETON, S. et al. Efficacy of an adaptive directional microphone and a noise reduction system for schoolaged children. **J Ed Audiol.**, v. 15, n. 1, p. 15–27. 2009.
- BENTLER, R. A. Effectiveness of directional microphones and noise reduction schemes in hearing aids: A systematic review of the evidence. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 7, p. 473–484. 2005.
- BENTLER, R. A.; PALMER, C.; DITTBERNER, A. B. Hearing-in-Noise: comparison of listeners with normal and (aided) impaired hearing. **J Am Acad Audiol.**, v. 15, n. 3, p. 216-225. 2004.
- BENTLER, R., WU, Y. H., KETTEL, J., HURTIG, R. Digital noise reduction: Outcomes from laboratory and field studies. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 8, p. 8447–460. 2008.
- BENTLER, R.; CHIOU, L. K. Digital noise reduction: an overview. **Trends Amplif.**, v.10, n. 2, p. 67-82. 2006.
- BLAMEY, P. J., FIKET, H. J.; STEELE, B. R. Improving speech intelligibility in background noise with an adaptive directional microphone. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 7, p. 519-530. 2006.
- BOYMANS, M.; DRESCHLER, W. A. Field trials a digital hearing aid with active noise reduction and dual-microphone directionality. **Audiology.**, v. 39, n. 5, p. 260-8. 2000.
- BRONS, I.; HOUBEN, R.; DRESCHLER, W. A. Perceptual effects of noise reduction with respect to personal preference, speech intelligibility, and listening effort. **Ear Hear.**, v. 34, n. 1, p. 29-41. 2013.



- CHEN, J.; BENESTY, J.; HUANG, Y.; DOCLO, S. New insights into the noise reduction Wiener filter. **IEEE Trans Audio Speech Lang Process.**, v.14, n. 4, p. 1218–1234. 2006.
- CHUNG, K. Challenges in recent developments in hearing aids: speech understanding in noise, microphone technologies and noise reduction algorithms. **Trends Amplif.**, v. 8, n.1, p. 87-124. 2004.
- CORD, M T.; WALDEN, B E.; SURR, R K.; DITTBERNER, A B. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. **J Am Acad Audiol.**, v.18, n. 3, p. 245-256. 2007.
- 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.**, v. 131, n. 6, p. 4743-4755. 2012.
- COSTA, M. J. **Listas de sentenças em português: apresentação e estratégias de aplicação na audiolgia.** Santa Maria: Pallotti; 1998. P. 26-36.
- COSTA, M. J., IORIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P.L. Desenvolvimento de um teste para avaliar a habilidade de reconhecer a fala no silêncio e no ruído. **Pró-Fono.**, v. 12, n. 2, p. 6-16. 2000.
- COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L. Reconhecimento de fala: desenvolvimento de uma lista de sentenças em português. **Acta Awho**, v. 16, n. 4, p.164-73, 1997.
- COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L.; CABRAL JR., E. F.; MAGNI, A. B. Desenvolvimento de um ruído com espectro de fala. **Acta Awho**, v. 17, n. 2, p. 84-9, 1998.
- COSTA, M. J.; SANTOS, S. N.; LESSA, A. H., MEZZOMO, C. L. Nova proposta de cálculo do índice percentual de reconhecimento de sentenças. **CoDAS**, No prelo. 2014.
- DESJARDINS, J. L.; DOHERTY, K. A. The Effect of Hearing Aid Noise Reduction on Listening Effort in Hearing-Impaired Adults. **Ear Hear.**, v. 35, n. 6, p. 600-610. 2014.
- DILLON, H. NAL-NL1: a new procedure for fitting nonlinear hearing aids. **Hear. J.**, v. 52, n. 4, p. 10-16. 1999.
- HORNSBY, B. W. Y. The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. **Ear Hearing.**, v. 34. n. 5, p. 523-534. 2013.
- HU, Y.; LOIZOU, P. C. A comparative intelligibility study of single-microphone noise reduction algorithms. **J Acoust Soc Am.**, v. 122, n. 3, p. 1777–1786. 2007.

JIN, I. K.; KATES, J. M.; AREHART, K. H. The effect of noise envelope modulation on quality judgments of noisy speech. **J Acoust Soc Am.**, v. 132, n. 4, p. 277-283. 2012.

LEVITT, H.; RABINER, L. R. Use of a sequential strategy in intelligibility testing. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 42, p. 609-12, 1967.

LLOYD, L.L.; KAPLAN, H. **Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry**. Baltimore: University Park Press, 1978.

LOIZOU, P. C.; KIM, G. Reasons why current speech-enhancement algorithms do not improve speech intelligibility and suggested solutions. **IEEE Trans Audio Speech Lang Process.**, v. 19, n. 1, p. 46-56. 2011.

LOWERY, K. J.; PLYLER, P. N. The effects of noise reduction technologies on the acceptance of background noise. **J Am Acad Audiol.**, v. 24, n. 8, p. 649-659. 2013.

LUTS, H., ENEMAN, K., WOUTERS, J., SCHULTE, M., VORMANN, *et al.* Multicenter evaluation of signal enhancement algorithms for hearing aids. **J Acoust Soc Am.**, v. 127, n.1, p. 1491–1505. 2010.

NATARAJAN, A.; HANSEN, J.; AREHART, K.; ROSSI-KATZ, J. An auditory-masking-threshold-based noise suppression algorithm GMMSE-AMT[ERB] for listeners with sensorineural hearing loss. **EURASIP J. Appl Signal Proc.**, v. 18, n.1, p. 2938–2953. 2005.

NORDRUM, S.; ERLER, S.; GARSTECKI, D.; DHAR, D. Comparison of performance on the hearing in noise test using directional microphones and digital noise reduction algorithms. **Am J of Audiol.**, v. 15, n. 1, p. 81-91. 2006.

PALMER, C.V.; BENTLER, R.; MUELLER, H.G. Amplification with digital noise reduction and the perception of annoying and aversive sounds. **Trends Amplif.**, v. 5, n. 4, p. 139-176. 2006.

PEETERS, H.; KUK, F.; LAU, C.; KEENAN, D. Subjective and objective evaluation of noise management algorithms. **J Am Acad Audiol.**, v. 20, n. 2, p. 89–98. 2009.

POWERS, T.A.; HAMACHER, V. Three-microphone instrument is designed to extend benefits of directionality. **Hear J.**, v. 55, n. 10, p. 38-45. 2002.

PUMFORD, J. M.; SEEWALD, R. C.; SCOLLIE, S. D.; JENSTAD, L. M. Speech recognition with in-the-ear and behind-the-ear dual-microphone hearing instruments. **J Am Acad Audiol.**, v. 11, n. 1, p. 23-35. 2000.

RICKETTS, T. A. Directional hearing aids. **Trends Amplif.**, v. 5, n. 4, p.13393-176. 2001.

RICKETTS, T. A.; HORNSBY, B. W. Sound quality measures for speech in noise through a commercial hearing aid implementing digital noise reduction. **J Am Acad Audiol.**, v.16, n. 5, p.270–277. 2005.

RICKETTS, T.; GALSTER, J.; THARPE, A. M. Directional benefit in simulated classroom environments. **Am J Audiol.**, v. 16, n. 2, p. 130–143. 2007.

RYCHTÁRIKOVÁ, M.; BOGAERT, T. V. D.; VERMEIR, G.;d, WOUTERS, J. Perceptual validation of virtual room acoustics sound localization. **Appl Acoust.**, v. 72, n. 1, p. 196–204. 2011.

SANDLIN, R. E. Processamento digital de sinais nas próteses auditivas. In: Almeida K, Iório MCM. **Próteses auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas**. São Paulo: Lovise. 2003, cap. 7, p.151-187.

SANTOS, S. N.; PETRY, T.; COSTA, M. J. Índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído: efeitos da aclimatização no indivíduo avaliado sem as próteses auditivas. **Rev CEFAC.**, v. 12, n. 5, p. 733-40. 2010.

SARAMPALIS, A.; KALLURI, S.; EDWARDS, B.; HAETER, E. Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. **J Speech Lang Hear Res.**, v. 52, n. 5, p. 1230-1240. 2009.

TRINE, T. D., VAN TASELL, D. Digital hearing aid design: Fact vs. Fantasy. **Hear J.**, v. 55, n. 2, p. 36–38, 40–42. 2002.

WALDEN, B.; SURR, R., CORD, M., EDWARDS, B., OLSON, L. Comparison of benefits provided by different hearing aid technologies. **J Am Acad Audiol.**, v. 11, n.10, p. 540-560. 2000.

WU, Y. H.; BENTLER, R. A. Clinical measures of hearing aid directivity: assumption, accuracy, and reliability. **Ear Hear.**, v. 33, n. 1, p. 44-56. 2012.

WU, Y.H.; BENTLER, R. A. The influence of audiovisual ceiling performance on the relationship between reverberation and directional benefit: perception and prediction. **Ear Hear.**, v. 55, n. 5, p. 604-6014. 2012.

ZAKIS, J. A.; HAU, J.; BLAMEY, P. J. Environmental noise reduction configuration: Effects on preferences, satisfaction, and speech understanding. **Int J Audiol.**, v. 48, n. 12, p. 853-867. 2009.

## **6. ARTIGO DE PESQUISA - AUTOPERCEPÇÃO DO DESEMPENHO X RECONHECIMENTO DE FALA DE IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS COM DIFERENTES PROGRAMAÇÕES**

### **6.1 Resumo**

**OBJETIVO:** Investigar a autopercepção do desempenho de idosos, com o uso das próteses auditivas com diferentes ajustes, e verificar se há relação com o reconhecimento de fala na presença de ruído. **MÉTODOS:** Compuseram o estudo 36 indivíduos, com idade entre 60 e 87 anos, perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderadamente severo, novos usuários de próteses auditivas. Para verificar o desempenho com diferentes programações: microfone omnidirecional; redutor de ruído e microfone omnidirecional; microfone direcional; e redutor de ruído e microfone direcional; foi aplicado o teste Listas de Sentenças em Português Brasileiro e obtidos os índices percentuais de reconhecimento de sentenças no ruído (IPRSR). Quanto à autopercepção com as diferentes programações, foi aplicado um questionário com o uso das próteses auditivas, elaborado para esta pesquisa. **RESULTADOS:** Não foi encontrada correlação entre os IPRSRS obtidos com os diferentes ajustes e a pontuação do questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas. Uma vez que avaliações clínicas tendem a mostrar resultados divergentes em relação aos encontrados em questionários de autoavaliação, medidas objetivas e subjetivas devem ser associadas para a verificação de possíveis benefícios proporcionados pelo microfone direcional e redutor de ruído. **CONCLUSÃO:** Não houve relação entre o questionário de autopercepção do desempenho com o uso de próteses auditivas e o reconhecimento de fala na presença de ruído, com as diferentes possibilidades de ajustes.

**Palavras chaves:** Questionários, auxiliares de audição, discriminação de fala, perda auditiva, idoso.

**Palavras chaves:** Questionários, auxiliares de audição, discriminação de fala, perda auditiva, idoso.

## 6.2 Abstract

**PURPOSE:**To investigate the perception of performance of elderly people, with the use of hearing aids with different settings, and check for relationship with speech recognition in noise. **METHODS:** The study was composed of 36 subjects, aged 60 to 87 years, sensorineural hearing loss from mild to moderately severe, new users of hearing aids. To verify the performance with different settings: omnidirectional microphone; noise reduction and omnidirectional microphone; directional microphone; and the noise reduction and directional microphone; was applied in Brazilian Portuguese Sentence List and obtained the sentence recognition indexes in noise (SRIN). As for the self-perception with different schedules, a questionnaire was applied with the use of hearing aids, developed for this research. **RESULTS:** There was no correlation between the SRIN obtained with the different settings and the self-perception questionnaire score with the use of hearing aids. Since clinical evaluations tend to show conflicting results regarding those found in self-assessment questionnaires, objective and subjective measures must be linked to the verification of possible benefits provided by the directional microphone and noise reduction. **CONCLUSION:** There was no relationship between the performance of self-perception questionnaire with the use of hearing aids and speech recognition in noise, with different possibilities of adjustment.

**Key words:** Questionnaires, hearing aids, speech discrimination, hearing loss, aged.

### 6.3 Introdução

A comunicação corresponde a uma necessidade essencial do ser humano. Através dela são adquiridos novos conhecimentos, experiências, e principalmente, é proporcionado o relacionamento com outras pessoas (FERREIRA, SIGNOR, 2006). Entre outros comprometimentos, a perda auditiva é a principal causadora de dificuldades de comunicação, e vem atingindo um número significativamente grande de idosos com o passar dos anos (TEIXEIRA *et al.*, 2008)

A presbiacusia, deficiência auditiva provocada pelo processo de envelhecimento, é um dos acometimentos que mais atinge a população idosa (YUEH *et al.*, 2003) e sua interferência na comunicação tem como consequência sérias dificuldades de compreensão de fala, principalmente em ambientes desfavoráveis, na presença de ruído (KILLION, NIQUETTE, 2000).

Assim, para melhorar a capacidade auditiva do indivíduo, diminuir a privação sensorial e as dificuldades de compreensão, o uso de próteses auditivas é indicado, uma vez que elas têm como objetivo tornar audíveis os sons que o indivíduo deixa de ouvir (DAN, IORIO, 2003).

Contudo, mesmo com o uso das próteses auditivas, a dificuldade para compreender a fala em ambiente ruidoso é uma das principais queixas remanescentes e uma das causas de insatisfação com o uso destes dispositivos. Alguns recursos presentes nas próteses auditivas, tais como microfones direcionais e redutores de ruído têm como função diminuir esta dificuldade (YUEN, KAM, LAU, 2006).

Testes que avaliam o desempenho comunicativo em situações de escuta desfavorável, aplicados em ambiente clínico, podem não ser suficientes para determinar o quanto os ajustes escolhidos foram efetivos na percepção do próprio paciente (PEETERS *et al.*, 2009). Assim, procedimentos que permitam avaliar a percepção que o próprio usuário tem dos diferentes ajustes da prótese auditiva em sua rotina diária, como questionários, constituem-se de ferramentas valiosas para auxiliar na escolha dos melhores recursos a serem utilizados (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; QUINTINO, MONDELLI, FERRARI, 2010).

Dessa forma, este estudo tem como objetivo investigar a autopercepção do desempenho de idosos, com o uso das próteses auditivas com algoritmo de redução

de ruído e diferentes microfones, e verificar se há relação com o reconhecimento de fala na presença de ruído.

#### **6.4 Metodologia**

Este estudo foi enviado ao Gabinete de Projetos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Maria, registrado e analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e aprovado sob parecer de número 127.520. Após autorização do Comitê de Ética, o mesmo foi realizado no Laboratório de Próteses Auditivas do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) da UFSM.

Esta pesquisa é caracterizada como longitudinal, prospectiva e analítica. Os indivíduos que concordaram com a realização dos procedimentos necessários para a execução da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para isso, receberam maiores esclarecimentos sobre os objetivos e metodologia do estudo, bem como sobre a confidencialidade e privacidade dos dados.

Para fazerem parte da pesquisa, os critérios de inclusão foram:

- Ter idade igual ou superior a 60 anos;
- Diagnóstico audiológico de perda auditiva bilateral do tipo neurosensorial de grau leve a moderadamente severo (LLOYD, KAPLAN, 1978), com limiar de reconhecimento de fala de no máximo 65 decibéis (dB) na melhor orelha;
- Nunca ter utilizado próteses auditivas;
- Fazer parte do Programa de Concessão de Próteses Auditivas do Governo Federal;
- Estar em processo de adaptação binaural de próteses auditivas retroauriculares, de tecnologia tipo B, que possuem microfone direcional hipercardióide e redutor de ruído por modulação multibanda, recursos analisados nesta pesquisa.

Os pacientes avaliados compareceram ao Laboratório de Próteses Auditivas do SAF–UFSM para a fase de adaptação das próteses auditivas, no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. Assim, fizeram parte do estudo 36 indivíduos, com idades entre 60 e 87 anos, sendo 12 do sexo feminino e 24 do sexo masculino.

Antes de realizar os procedimentos da pesquisa, 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 sujeitos estudados.

### **6.5 Programação das próteses auditivas**

As próteses auditivas de todos os indivíduos avaliados foram programadas conforme o ganho prescrito segundo a regra prescritiva NAL-NL1 (DILLON, 1999), presente no software de programação. O ganho não foi alterado entre as consultas, somente a ativação ou não dos algoritmos foi modificada. O controle de volume do usuário foi desativado para proporcionar melhor percepção dos algoritmos durante as semanas de uso.

Foram selecionados para esta pesquisa dois modelos de próteses auditivas, de marcas diferentes. Entretanto, estes possuem o mesmo tipo de microfone direcional, hipercardióide (KUK, KEENAN, 2012), e o mesmo tipo de redutor de ruído, por modulação multibanda (POWERS, HOLULUBE, WESSELKAMP, 1999), com atenuação de até 9 dB quando acionados no máximo. Estes modelos não possuem programas automáticos.

A ativação ou não dos algoritmos foi realizada ao final de cada uma das consultas, e foi escolhida de forma randomizada, para diminuir as chances do desempenho do sujeito estar relacionado a uma determinada sequência de ativações. Dessa forma, houve quatro possibilidades de programação: microfone omnidirecional; microfone omnidirecional e redutor de ruído; microfone direcional; microfone direcional e redutor de ruído. A direcionalidade do microfone, quando acionada, foi mantida fixa e o redutor de ruído ativado no máximo permitido.

### **6.6 Avaliação objetiva e subjetiva do desempenho com próteses auditivas**

Para avaliar o desempenho dos sujeitos com os diferentes ajustes, foi pesquisado o Limiar de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (LRSR), sem a prótese auditiva, e, sequencialmente, obtidos os Índices Percentuais de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (IPRSR), sem e com prótese auditiva, em campo sonoro, com ruído incidente a 0/0° e 0/180° azimuth.

A pesquisa do LRSR e IPRSRS foi realizada em diferentes momentos, consistindo em cinco avaliações para cada sujeito. Nas quatro últimas consultas,



após o uso das próteses auditivas com determinada combinação de ajustes, os sujeitos deveriam responder ao questionário de autopercepção com o uso das próteses auditivas, elaborado para este estudo.

- Primeira consulta: obtenção do LRSR e IPRSR sem prótese auditiva, e a seguir, a adaptação das próteses auditivas, com uma das quatro regulagens descritas anteriormente;
- Segunda consulta, primeiro retorno de acompanhamento: obtenção dos LRSR e IPRSR com as próteses auditivas, após entre 14 e 24 dias de uso com a primeira programação, e aplicação do questionário. Ao final da consulta, foi ativada outra programação.
- Terceira consulta: segundo retorno de acompanhamento, obtenção dos LRSR e IPRSR com as próteses auditivas, após entre 14 e 24 dias de uso com a segunda programação. Ao final da consulta, foi ativada outra programação.
- Quarta consulta: terceiro retorno de acompanhamento, obtenção dos LRSR e IPRSR com as próteses auditivas, após entre 14 e 24 dias de uso com a terceira regulagem realizada. Ao final da consulta, foi ativada outra programação.
- Quinta consulta: quarto e último retorno de acompanhamento, obtenção dos LRSR e IPRSR com as próteses auditivas, após entre 14 e 24 dias de uso, com a quarta programação, realizada no final do terceiro retorno.

Ao final da última consulta, a regulagem definitiva foi selecionada com base no ajuste que proporcionou maior escore de acertos no IPRSR, e na pontuação total do questionário, que será descrito a seguir.

Em todas as consultas de retorno, foi realizada uma revisão das próteses auditivas, por meio da escuta das mesmas e aferição da carga das pilhas.

## **6.7 Obtenção das medidas de reconhecimento de fala**

O LRSR e o IPRSR foram obtidos utilizando-se o teste Listas de Sentenças em Português Brasileiro (LSP-BR), elaborado por Costa (1998) constituído por uma lista de 25 sentenças (COSTA *et al.*, 1997), outras sete listas com 10 sentenças (COSTA, IORIO, MANGABEIRA-ALBERNAZ, 2000) e um ruído com espectro de fala

(COSTA *et al.*, 1998). As sentenças e o ruído estão gravados em *CD*, em canais independentes.

As medidas desta pesquisa foram obtidas em cabine tratada acusticamente, utilizando 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 utilizando 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, sendo estas dispostas a 0°/0° e 0°/180° azimute nos planos vertical e horizontal, respectivamente. A fala manteve-se fixa na caixa da frente (0°/0° azimute) quanto o ruído primeiramente foi apresentado na caixa da frente (0°/0° azimute) e posteriormente na caixa de trás (0°/180° azimute).

A escolha das listas a serem utilizadas foi baseada na ordem de apresentação gravada no *CD*. Por mais que uma mesma lista tenha sido utilizada mais de uma vez, ela não foi empregada na mesma situação de avaliação.

A técnica para apresentação das sentenças para o LRSR baseou-se na estratégia sequencial ou adaptativa, ou ainda ascendente-descendente, (LEVITT, RABINNER, 1967), 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.

O procedimento da pesquisa dos LRSR consistiu na apresentação de um estímulo em um determinado nível de apresentação, obtido após o treino do teste, realizado com a lista 1A. Se o indivíduo foi capaz de reconhecer corretamente o estímulo de fala apresentado o mesmo 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°/0° azimute e outro com ruído a 0°/180° azimute, que serviram de base para a obtenção dos IPRSR. Já na pesquisa do IPRSR, o nível de apresentação das sentenças permaneceu fixo no valor no qual foi obtido o LRSR, encontrado para cada indivíduo (SANTOS, PETRY, COSTA, 2010). Foram obtidos dois índices, um deles com ruído a 0°/0° e outro com ruído a 0°/180° azimute. Os IPRSR foram pontuados considerando como erro somente a(s) palavra(s) omitida(s) ou repetida(s) de

maneira incorreta (COSTA *et al*, no prelo). Tanto na pesquisa dos limiares quanto dos índices, o ruído permaneceu constante a 65 dB NPS (A).

## **6.8 Desenvolvimento e aplicação do questionário de autopercepção**

Para investigar a autopercepção do desempenho obtido com diferentes programações das próteses auditivas, foi desenvolvido um questionário, com o intuito de proporcionar a percepção dos diferentes ajustes das próteses auditivas em distintas situações do cotidiano.

As questões foram elaboradas com o objetivo de abordar condições de escuta cotidianas, com e sem ruído, na qual pudessem ser mensuradas diferentes percepções espaciais dos sons. Foram priorizados três aspectos principais relacionados a diferentes ambientes de escuta, com diferentes níveis de ruído: situações nas quais o som de interesse estivesse na frente ou nas laterais do ouvinte, sem e com presença de ruído competitivo; quando na presença de ruído, estes deveriam ser de diferentes tipos, como ruído ambiental difuso, intermitente ou de fala; e locais distintos, como reverberantes, internos ou externos (RICKETTS, HENRY, GNEWIKOW, 2003).

Assim, com a intenção de elaborar um questionário objetivo e de fácil aplicação, foram elaboradas seis perguntas que abordassem tais aspectos acima descritos. Primeiramente, após a elaboração das mesmas, foi realizada uma aplicação piloto em 15 pacientes atendidos no serviço, que proporcionou a adequação do formato das questões, substituição de alguns termos que facilitassem a compreensão e a forma como as respostas deveriam ser pontuadas, bem como sua reprodutibilidade. Estes pacientes responderam as mesmas questões em duas diferentes consultas, utilizando a mesma programação das próteses auditivas. Após o cálculo das pontuações, as mesmas foram analisadas e comparadas estatisticamente através do teste Wilcoxon, não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa entre o resultado das duas consultas, o que sugere sua aplicabilidade.

A partir da aplicação piloto, as perguntas foram revisadas e assim, elaborada a versão final do questionário. As questões abordaram a autopercepção da compreensão nas seguintes situações: comunicação em ambiente familiar no silêncio e no ruído; percepção de fala para a televisão ou rádio; ambientes ruidosos

internos, como mercado, padaria e restaurante, e externos, como trânsito ou ruído de máquinas; e lugares reverberantes com grande grupo de pessoas, como reuniões, igrejas ou cultos.

Para cada uma das seis perguntas, foram apresentadas cinco opções de respostas fechadas, que puderam ser convertidas em escalas numéricas. Assim, em cada uma das diferentes situações abordadas, o paciente possuía como opções de respostas sentir-se pior (um ponto), sem diferença (dois pontos), um pouco melhor (três pontos), melhor (quatro pontos) e muito melhor (cinco pontos) com o uso das próteses auditivas em determinada circunstância. A pontuação pode ser analisada pela soma total de todas as pontuações, ou pela análise individual de cada resposta por questão. Assim, o escore mínimo obtido é seis, e o máximo 30; escores iguais ou inferiores a 12 pontos podem representar nenhuma diferença ou piora na comunicação com o uso das próteses auditivas; enquanto maior que 12 sugerem melhora na compreensão de fala.

A aplicação do questionário de autopercepção ocorreu no início de cada consulta de retorno, após o paciente utilizar determinados ajustes nas semanas anteriores. Como houve quatro possibilidades de regulagens distintas, as perguntas foram aplicadas em quatro diferentes consultas de retorno, não sendo permitido ao paciente conferir suas respostas anteriores. As questões foram lidas em voz alta para o paciente, juntamente com as possibilidades de resposta, e assim a resposta oralmente relatada pelo sujeito foi anotada em um protocolo.

Os pacientes foram orientados a manter um diário de uso das próteses auditivas, no qual deveriam anotar o número de horas diárias de uso das próteses auditivas, e alguns comentários relevantes em relação a alguma situação pela qual vivenciaram.

## **6.9 Levantamento e análise dos dados**

Posteriormente o cálculo dos IPRSR nas diferentes condições de incidência de ruído e com as distintas possibilidades de ajustes, estes foram analisados e comparados estatisticamente, com as pontuações totais e por questão, obtidas no questionário, em cada condição.

Para verificar a normalidade ou não dos dados, foi utilizado o teste de Lilliefors, que constatou comportamento não-normal dos dados. Assim, para a

análise descritiva dos dados, foram considerados como referência os valores das medianas. Já para a análise estatística, as variáveis foram correlacionadas utilizando o teste de correlação de Spearman e comparadas com o teste de Friedman. O intervalo de confiança utilizado foi de 95%, que considera significância estatística  $p \leq 0,05$ .

## 6.10 Resultados

Na tabela 1 estão expostos os valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído (IPRSR) e das pontuações do questionário de autopercepção, e a correlação entre estas variáveis, com ruído incidente na posição frontal ( $0^\circ$  azimute). Já na tabela 2 estão apresentadas as mesmas informações, porém com valores referentes ao ruído incidente na posição posterior ( $180^\circ$  azimute).

Já na tabela 3 estão expostos os valores mínimos, máximos, médias e medianas das pontuações totais do questionário de autopercepção com os diferentes ajustes, e a comparação entre os resultados encontrados.

Na figura 1 estão apresentadas as medianas das pontuações das seis perguntas do questionário, com as quatro possibilidades de ajustes.

**Tabela 1.** Valores descritivos do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a  $0^\circ/0^\circ$  azimute (%), da pontuação total do questionário de autopercepção, e a correlação entre as duas variáveis.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Valor de p
<b>IPRSR MO</b>	35,20	100,00	74,31	76,74	0,067861
<b>Quest MO</b>	14	27	21,22	22,00	
<b>IPRSR RR+MO</b>	42,40	100,00	82,90	84,95	0,571554
<b>Quest RR+MO</b>	11	29	22,17	22,50	
<b>IPRSR MD</b>	52,27	100,00	83,65	84,40	0,494708
<b>Quest MD</b>	15	29	22,31	22,00	
<b>IPRSR RR+MD</b>	48,46	100,00	83,18	84,46	0,701286
<b>Quest RR+MD</b>	14	30	23,14	23,00	

\* significância estatística  $p \leq 0,05$ . Teste de correlação de Spearman.

Legenda:

IPRSR: 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.

$0^\circ$ : Ruído na posição frontal.

Quest: Pontuação total do questionário de autopercepção.

**Tabela 2.** Valores descritivos do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0°/180° azimuth (%), da pontuação total do questionário de autopercepção, e a correlação entre as duas variáveis.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Valor de p
<b>IPRSR MO</b>	43,29	100,00	75,54	77,40	0,694806
<b>Quest MO</b>	14	27	21,22	22,00	
<b>IPRSR RR+MO</b>	43,03	100,00	81,56	83,76	0,937039
<b>Quest RR+MO</b>	11	29	22,17	22,50	
<b>IPRSR MD</b>	63,37	100,00	89,39	89,46	0,128059
<b>Quest MD</b>	15	29	22,31	22,00	
<b>IPRSR RR+MD</b>	57,08	100,00	89,54	91,99	0,880461
<b>Quest RR+MD</b>	14	30	23,14	23,00	

\* significância estatística  $p \leq 0,05$

Legenda:

IPRSR: 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.

Quest: Pontuação total do questionário.

**Tabela 3.** Valores mínimos, máximos, médias e medianas da pontuação total do questionário, com os diferentes ajustes, e a comparação entre as pontuações.

Questionário	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Valor de p
<b>MO</b>	14	27	21,22	22,00	0,11297
<b>RR+MO</b>	11	29	22,17	22,50	
<b>MD</b>	15	29	22,31	22,00	
<b>RR+MD</b>	14	30	23,14	23,00	

\* significância estatística  $p \leq 0,05$ . Teste de Friedman.

Legenda:

MO: Microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.

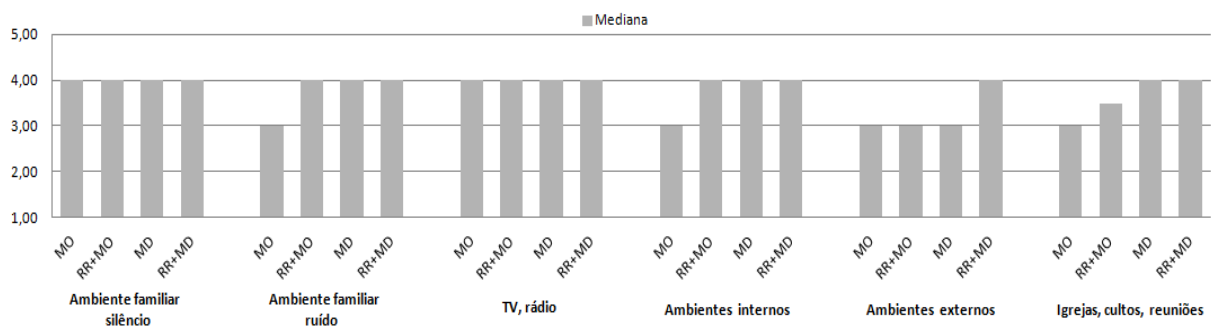


Gráfico 1. Pontuação do questionário de autopercepção de acordo com os diferentes ambientes, com os quatro diferentes ajustes.

Legenda:

MO: Microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.

## 6.11 Discussão

Conforme exposto nas tabelas 1 e 2, pode-se constatar que não houve correlação estatística entre o desempenho dos sujeitos usuários de próteses auditivas com diferentes programações e a pontuação total do questionário de autopercepção, nas duas condições de avaliação, com ruído a 0/0° e 0/180° azimute.

Considerando estes resultados, acredita-se ser importante utilizar conjuntamente os achados encontrados no questionário de autopercepção com os resultados de uma avaliação formal propriamente dita, uma vez que pode ser difícil para o idoso, usuário de prótese auditiva, perceber e quantificar diferentes ajustes de maneira subjetiva. Dessa forma é observada a necessidade de ter instrumentos quantitativos que auxiliem a inferir como será a performance do indivíduo em situações de escuta difícil, com o uso de diferentes ajustes, considerando o relato subjetivo do paciente em casos de reação negativa ou desconforto ao uso das próteses auditivas e assim, analisar conjuntamente os resultados e verificar qual medida é mais efetiva-eficiente.

Já na tabela 3, ao comparar as pontuações dos questionários aplicados com diferentes ajustes entre si, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa. Este resultado ratifica os achados anteriores, confirmando que as pontuações gerais do questionário foram muito parecidas, e que os diferentes ajustes realizados não foram percebidos de maneira subjetiva pelos pacientes a ponto deles sentirem diferença na comunicação.

Pesquisas (RICKETTS *et al.*, 2007; AURIEMMO *et al.*, 2009; GNEWIKOW *et al.*, 2009) que avaliaram e compararam a atuação no microfone omnidirecional com o direcional também não encontraram correlação entre as medidas subjetivas utilizadas em relação as medidas objetivas de percepção de fala. Neste estudo,

mesmo tendo sido verificado melhor reconhecimento de fala com o microfone direcional, este resultado foi de encontro às medidas subjetivas, pesquisadas através de relatos quanto à satisfação e qualidade de som. Estes resultados podem ser decorrentes do tipo de avaliação utilizada para mensurar a compreensão de fala, uma vez que, em campo sonoro, o ruído é contínuo e usualmente há apenas uma fonte sonora de interesse (AMLANI, 2001; BENTLER, 2005).

Outros estudos relatam que os usuários de próteses auditivas podem não perceber o benefício que o microfone direcional pode proporcionar na vida diária, em virtude de fatores como a localização do locutor principal, que pode não ser necessariamente favorável às diferentes percepções do microfone direcional; o tipo de ruído de fundo, se contínuo, intermitente ou estacionário; e ao ambiente acústico reverberante (WALDEN *et al*, 2000; SURR *et al*, 2002).

Em relação a ambientes reverberantes, o microfone direcional nesta situação tem seu efeito consideravelmente diminuído, uma vez que os sons refletidos nas paredes ou em outras superfícies refletoras distorcem o som, dificultando a localização sonora e compreensão dos sons (RICKETTS, HENRY, 2002; CHUNG, 2004; BOGAERT *et al.*, 2009).

Quanto ao redutor de ruído, pesquisas (ALCÂNTARA *et al* 2003; BENTLER *et al*; 2008; ZAKIS, HAU, BLAMEY, 2009; BRONS, HOUBEN, DRESCHLER, 2012; DESJARDINS, DOHERTY, 2014) mostraram que, mesmo não havendo diferença estatisticamente significativa entre o desempenho com e sem o redutor de ruído, e este não diminuindo as dificuldades comunicativas, houve preferência pela ativação deste ajuste nas situações de vida diária. Já outro estudo encontrou melhora na inteligibilidade de fala em ambiente clínico, porém este resultado não foi relatado quando utilizando medidas subjetivas (DIGIOVANNI, DAVKIN, NAGARAJ, 2011).

Ainda em relação à tabela 3, nota-se que o escore mínimo encontrado no questionário de autopercepção foi de 11 pontos, na situação em que o redutor de ruído e o microfone omnidirecional estavam ativados; e que o escore máximo foi de 30 pontos quando o redutor de ruído e microfone direcional estavam associados. Uma vez que pontuações iguais ou menores que 12 poderiam sugerir nenhuma diferença ou até piora na comunicação com o uso da prótese auditiva, pode-se sugerir que o redutor de ruído sozinho, neste estudo, não auxiliou na melhora da compreensão de fala no ruído. Este resultado corrobora o encontrado em outros estudos (BOYMANS, DRESCHLER 2000; RICKETTS, HORNSBY 2005), uma vez



que relatam que o benefício proporcionado pelo redutor de ruído pode ser esperado em termos de conforto de audição, melhora da qualidade sonora e redução do esforço ao ouvir, e não necessariamente diminuição as dificuldades de compreensão.

Estudos referem que nem todos os sujeitos relatam que o microfone direcional é benéfico em situações ruidosas, mesmo sendo capazes de identificar as situações de escuta nas quais ele atuaria de maneira efetiva para diminuir a dificuldade de compreensão (CORD, SURR, WALDEN, 2002; SURR *et al.*, 2002).

Outro estudo relatou que os benefícios proporcionados pelo microfone direcional foram encontrados em situações de testes e que os idosos percebem pouco ou nenhum benefício em situações reais do dia-a-dia (WU, 2010). Em alguns casos, refletiram na autoavaliação do sujeito somente em uma situação ruidosa específica, na qual a fonte sonora de interesse estava de frente do ouvinte. Os autores referem que nem todas as situações ruidosas o microfone direcional deva ser utilizado (RICKETTS, HENRY, GNEWIKOW, 2003) e que o fato de terem encontrado benefício em uma subescala do questionário de autoavaliação não mostra, necessariamente, uma indicação de benefício com este ajuste. Os autores sugerem que estes dados não podem ser vistos como regra para todos os usuários de próteses auditivas e que devem combinados com outras medidas que auxiliem na mensuração do desempenho comunicativo, que utilizem ferramentas que tragam para o ambiente clínico situações mais realistas do dia-a-dia.

Em relação ao redutor de ruído, um estudo (ALCÂNTARA *et al.*, 2003) examinou sua eficácia com quatro diferentes origens do ruído, por meio de medidas subjetivas e objetivas. Nesta, não foi verificada diferença significativa entre o redutor de ruído ligado ou desligado, mas a sensação de melhora, percebida subjetivamente e relatada pelo paciente, pode estar relacionada à diminuição do esforço para ouvir e maior conforto auditivo. Outra pesquisa (RICKETTS, HORNSBY, 2005) também encontrou preferência pela ativação deste algoritmo, mesmo que nenhuma melhora na compreensão de fala tenha sido evidenciada. Esta preferência deve-se ao fato de como a sensação do som é mais confortável, o uso das próteses auditivas em ambientes ruidosos torna-se mais agradável.

Estes resultados podem ser justificados, pois o redutor de ruído pode diminuir o ganho tanto do sinal de ruído quanto de quaisquer sinais de fala secundários, uma vez que eles podem ocupar a mesma faixa de frequência (CHUNG, 2004).

Já na figura 1, na qual estão expostas as pontuações do questionário de autopercepção por questão, percebe-se que em ambiente familiar no silêncio e na situação de televisão ou rádio, não foi percebida pelo paciente diferença nas situações de comunicação com a ativação ou não dos diferentes ajustes. Nestas situações, este resultado pode ser esperado, uma vez que em ambiente de comunicação familiar silencioso e de escuta da televisão, a informação auditiva de interesse usualmente está de frente para o usuário, e o nível de ruído competitivo é baixo, o que não necessita, necessariamente, de um recurso que melhore a relação sinal/ruído.

Já no ambiente familiar no ruído, e comunicação em ambientes internos, nota-se que os indivíduos perceberam melhora nas situações em que o redutor de ruído, microfone direcional e ambos os ajustes estavam ativados. Na situação de ambientes externos, o redutor de ruído, associado ao microfone direcional, proporcionou melhor autopercepção de compreensão. Na condição de escuta em igreja, cultos e reuniões, a percepção de fala foi mais satisfatória nas condições com o microfone direcional e com este associado ao redutor de ruído.

Em estudo realizado, (RICKETTS, HENRY, GNEWIKOW, 2003) foi aplicado um questionário para quantificar o benefício, após os indivíduos terem utilizado as próteses auditivas configuradas com o microfone omnidirecional, direcional e os dois em diferentes programas. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa somente na subescala referente a ambientes ruidosos, na qual foi percebido maior benefício na condição em que os sujeitos podiam escolher que microfone utilizar. Neste mesmo estudo, foi desenvolvido um novo questionário de benefício com o uso de próteses auditivas, e foram encontrados resultados relevantes de benefício com o microfone omnidirecional ativado e na situação em que o tipo de microfone podia ser escolhido, em ambiente ruidoso, quando o som de interesse estava localizado atrás do indivíduo.

Pesquisadores (PEETERS *et al.*, 2009) evidenciaram que o microfone direcional melhora a relação sinal/ruído, mas também encontraram melhora na relação sinal/ruído com somente o redutor de ruído. Para eles, ambos promoveram melhor compreensão de fala em relação ao uso do microfone omnidirecional. Porém, por mais que a situação com o microfone direcional tenha sido mais satisfatória do ponto de vista comunicativo durante a avaliação, a preferência dos indivíduos, através de questões subjetivas, mostram resultados semelhantes à condição com o

microfone omnidirecional e redutor de ruído. Assim, estes autores concluíram que entre uma situação de melhor compreensão e uma de maior conforto, esta última tem grandes chances de poder ser a de preferência do paciente (RICKETTS, HORNSBY, 2005).

Em contrapartida, dentre os vários estudos encontrados, somente dois deles obtiveram resultados semelhantes entre as medidas objetivas e subjetivas. Um deles encontrou resultados estatisticamente significantes entre o desempenho e a preferência do usuário com o microfone direcional (FREYALDENHOVEN *et al.*, 2005). Já o outro estudo (PEETERS *et al.*, 2009) encontrou correlação entre as medidas objetivas e subjetivas quando o microfone direcional, e com este e o redutor de ruído, estavam ativados. Porém, relatam que esta associação ocorreu devido à medida subjetiva utilizada, na qual questões estimaram o nível de aceitação e desconforto relacionado ao ruído utilizado na avaliação.

Assim, os resultados encontrados neste estudo estão em consonância com os encontrados na literatura. Uma vez que avaliações clínicas que utilizam testes de fala no ruído para medir desempenho, na maioria das vezes, tendem a mostrar resultados divergentes em relação aos encontrados em questionários de autoavaliação e relatos fornecidos pelos pacientes, sugere-se cautela ao tomar decisões ou definir condutas baseando-se somente no relato subjetivo do paciente ou no resultado dos questionários de autoavaliação. Assim, pode-se concluir que, para verificar os possíveis benefícios proporcionados pelo microfone direcional e redutor de ruído, devem ser associadas medidas objetivas e subjetivas de avaliação.

## **6.12 Conclusão**

Ao investigar a autopercepção do desempenho de idosos, usuários de próteses auditivas com diferentes programações, não foi encontrada correlação entre os resultados obtidos com o uso do questionário da autopercepção do desempenho com o uso de próteses auditivas e o reconhecimento de fala na presença de ruído, com as quatro diferentes possibilidades de ajustes analisadas neste estudo.

### 6.13 Referências bibliográficas

- ALCÂNTARA, J. L.; MOORE, B. C.; KUHNEL, V.; LAUNER, S. Evaluation of the noise reduction system in a commercial digital hearing aid. **Int J Audiol.**, v. 42, n. 1, p. 34–42. 2003.
- AMLANI, A. M. Efficacy of directional microphone hearing aids: A meta-analytic perspective. **J Am Acad Audiol.**, v.12, n. 4, p. 202–214. 2001.
- AURIEMMO, J.; KUK, F.; LAU, C.; DORNAN, B. K.; SWEETON, S. et al. Efficacy of an adaptive directional microphone and a noise reduction system for schoolaged children. **J Ed Audiol.**, v. 15, n. 1, p. 15–27. 2009.
- BENTLER, R. A. Effectiveness of directional microphones and noise reduction schemes in hearing aids: A systematic review of the evidence. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 7, p. 473–484. 2005.
- BENTLER, R., WU, Y. H., KETTEL, J., HURTIG, R. Digital noise reduction: Outcomes from laboratory and field studies. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 8, p. 8447–460. 2008.
- BOYMANS, M.; DRESCHLER, W. A. Field trials a digital hearing aid with active noise reduction and dual-microphone directionality. **Audiology.**, v. 39, n. 5, p. 260-8. 2000.
- BRONS, I.; HOUBEN, R.; DRESCHLER, W. A. Perceptual effects of noise reduction with respect to personal preference, speech intelligibility, and listening effort. **Ear Hear.**, v. 34, n. 1, p. 29-41. 2013.
- CHUNG, K. Challenges in recent developments in hearing aids: speech understanding in noise, microphone technologies and noise reduction algorithms. **Trends Amplif.**, v. 8, n.1, p. 87-124. 2004.
- CORD, M. T.; SURR, R. K.; WALDEN, B. E.; OLSON, L. Performance of directional microphone hearing aids in everyday life. **J Am Acad Audiol.**, v. 13, n. 6, p. 295-307. 2002.
- COSTA, M. J. **Listas de sentenças em português: apresentação e estratégias de aplicação na audiolgia.** Santa Maria: Pallotti; 1998. P. 26-36.
- COSTA, M. J., IORIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P.L. Desenvolvimento de um teste para avaliar a habilidade de reconhecer a fala no silêncio e no ruído. **Pró-Fono.**, v. 12, n. 2, p. 6-16. 2000.
- COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L. Reconhecimento de fala: desenvolvimento de uma lista de sentenças em português. **Acta Awho**, v. 16, n. 4, p.164-73, 1997.

COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L.; CABRAL JR., E. F.; MAGNI, A. B. Desenvolvimento de um ruído com espectro de fala. **Acta Awho**, v. 17, n. 2, p. 84-9, 1998.

COSTA, M. J.; SANTOS, S. N.; LESSA, A. H., MEZZOMO, C. L. Nova proposta de cálculo do índice percentual de reconhecimento de sentenças. **CoDAS**, No prelo. 2014.

DAN, I. B.; IÓRIO, M. C. M. Dificuldade e desvantagem auditiva: estudo em idosos na adaptação de próteses auditivas. **Fono Atual.**, v.29, n. 7, p. 50-55. 2004.

DESJARDINS, J. L.; DOHERTY, K. A. The Effect of Hearing Aid Noise Reduction on Listening Effort in Hearing-Impaired Adults. **Ear Hear.**, v. 35, n. 6, p. 600-610. 2014.

DIGIOVANNI, J. J.; DAVLIN, E. A.; NAGARAJ, N.K. Effects of transient noise reduction algorithms on speech intelligibility and ratings of hearing aid users. **Am J Audiol.**, v. 20, n. 2, p. 140-150. 2011.

DILLON, H. NAL-NL1: a new procedure for fitting nonlinear hearing aids. **Hear. J.**, v. 52, n. 4, p. 10-16. 1999.

FERREIRA, M. I. D.C.; SIGNOR, R. C. O perfil do idoso usuário de prótese auditiva: um estudo da satisfação. **Rev Fonoaudiol Bras.**, v. 4, n. 2, p. 1-2. 2006.

FRANKLIN JR, C. A.; THELIN, J. W.; NABELEK, A. K., BURCHFIELD, S. B. The effect of speech presentation level on acceptance of background noise in listeners with normal hearing. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 2, p. 141-146. 2006.

FREYALDENHOVEN, M. C.; NABELEK, A. K.; BURCHFIELD, S. B.; THELIN JW. Acceptable noise level as a measure of directional hearing aid benefit. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 4, p. 228–236. 2005.

GNEWIKOW, D.; RICKETTS, T.; BRATT, G. W.; MUTCHLER, L. C. Real-world benefit from directional microphone hearing aids. **J Rehabil Res Dev.**, v. 346, n. 5, p. 603-618. 2009.

KILLION, M.; NIQUETTE, P. What can the pure-tone audiogram tell us about a patient's SNR loss? **Hear. Journal.**, v. 53, n. 3, p.46-53, 2000.

KUK, F.; KEENAN, D. Efficacy of a reverse cardioid directional microphone. **J. Am. Acad. Audiol.**, v. 23, n. 1, p. 64-73. 2012.

LEVITT, H.; RABINER, L. R. Use of a sequential strategy in intelligibility testing. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 42, p. 609-12, 1967.

LLOYD, L.L.; KAPLAN, H. **Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry**. Baltimore: University Park Press, 1978.

PEETERS, H.; KUK, F.; LAU, C.; KEENAN, D. Subjective and objective evaluation of noise management algorithms. **J Am Acad Audiol.**, v. 20, n. 2, p. 89–98. 2009.

POWERS, T. A.; HOLUBE, I.; WESSELKAMP, M. The use of digital features to combat background noise. **High Perform Hear Soluc.**, v. 3, n.1, p. 36-9. 1999.

QUINTINO, C. A.; MONDELLI, M. F. C. G.; FERRARI, D. V. Directivity and noise reduction in hearing aids: speech perception and benefit. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 5, p. 630-38. 2010.

RICKETTS, T. A.; HENRY, P. Evaluation of an adaptive directional-microphone hearing AID. **Int J Audiol.**, v. 41, n. 1, p. 100-112. 2002.

RICKETTS, T. A.; HORNSBY, B. W. Sound quality measures for speech in noise through a commercial hearing aid implementing digital noise reduction. **J Am Acad Audiol.**, v.16, n. 5, p.270–277. 2005.

RICKETTS, T.; GALSTER, J.; THARPE, A. M. Directional benefit in simulated classroom environments. **Am J Audiol.**, v. 16, n. 2, p. 130–143. 2007.

RICKETTS, T.; HENRY, P.; GNEWIKOW, D. Full time directional versus user selectable microphone modes in hearing aids. **Ear Hear.**, v. 24, n. 5, p. 424-439. 2003.

SANTOS, S. N.; PETRY, T.; COSTA, M. J. Índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído: efeitos da aclimatização no indivíduo avaliado sem as próteses auditivas. **Rev CEFAC.**, v. 12, n. 5, p. 733-40. 2010.

SURR, R. K.; WALDEN, B. R.; CORD, M. T., OLSON, L. Influence of environmental factors on hearing aid microphone preference. **J Am Acad Audiol.**, v. 13, n. 6, p. 308-322. 2002.

TEIXEIRA, A. R.; ALMEIDA, L. G.; JOTZ, G. P.; BARBA, M. C. Qualidade de vida de adultos e idosos pós adaptação de próteses auditivas. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.**, v. 13, n 4, p. 357-61. 2008.

WALDEN, B.; SURR, R., CORD, M., EDWARDS, B., OLSON, L. Comparison of benefits provided by different hearing aid technologies. **J Am Acad Audiol.**, v. 11, n.10, p. 540-560. 2000.

WU. Y. H. Effect of age on directional microphone hearing aid benefit and preference. **J Am Acad Audiol.**, v. 21, n. 2, p. 78-89. 2010.

YUEH, B.; SHAPIRO, N.; MACLEAN, C. H.; SHEKELLE, P. G. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Scientific review. **J Am Med Assoc.**, v. 269, n. 15, p. 1976–1985. 2003.

YUEN, K. C. P.; KAM, A. C. S.; LAU, P. S. H. Comparative performance of an adaptive directional microphone system and a multichannel noise reduction system. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 4, p. 241-252. 2006.

## **7. ARTIGO DE PESQUISA – FATORES DE INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO DE FALA EM IDOSOS USUÁRIOS DE PRÓTESES AUDITIVAS**

### **7.1 Resumo**

**OBJETIVO:** Identificar o melhor desempenho dos idosos nos testes de fala e analisar quais aspectos influenciaram os resultados: ajustes das próteses auditivas e/ou grau e configuração da perda auditiva, desempenho na triagem cognitiva e habilidades auditivas. **MÉTODOS:** Participaram 36 idosos, com idade entre 60 e 87 anos, com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderadamente severo. Obtidos os Índices Percentuais de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (IPRSR), através das Listas de Sentenças em Português Brasileiro, com as próteses auditivas, utilizando os seguintes ajustes: microfone omnidirecional, redutor de ruído e microfone omnidirecional; microfone direcional; e redutor de ruído e microfone direcional. Consideradas: médias tritonais de 500,1000 e 2000 Hz e 3000, 4000 e 6000 Hz; resultados do Mini exame de estado mental, teste dicótico de dígitos e padrão de duração. **RESULTADOS:** Quando fala e ruído vieram da mesma direção (0/0° azimuth), não houve predominância um dos ajustes no melhor desempenho no IPRS. Já na condição que o ruído incidiu atrás do sujeito (0/180° azimuth), o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído foram imprescindíveis para o melhor desempenho. Houve correlação entre o IPRS a 0/0° e o teste dicótico de dígitos. **CONCLUSÃO:** A habilidade de figura-fundo para sons verbais mostrou influenciar o desempenho comunicativo do idoso, usuário de próteses auditivas, quando fala e ruído vieram da mesma direção. Já quando fala e ruído estão separados espacialmente, o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído auxiliaram o indivíduo a responder os estímulos apresentados de maneira mais eficiente.

Palavras chaves: auxiliares de audição, discriminação de fala, perda auditiva, transtornos da percepção auditiva, idoso.

## 7.2 Abstract

**PURPOSE:** To identify the best performance of the elderly in speech tests and analyze which aspects influence the results: adjustments of the hearing aids and / or degree and configuration of hearing loss, performance on cognitive screening and listening skills. **METHODS:** Participated 36 elderly, aged 60 to 87 years, with sensorineural hearing loss of mild to moderately severe. Obtained the Sentence Recognition Indexes in Noise (SRIN) through Brazilian Portuguese Sentence List, with hearing aids, using the following settings: omnidirectional microphone, noise reduction and omnidirectional microphone; directional microphone; and the noise reduction and directional microphone. Considered: tritone average 500.1000 and 2000 Hz and 3000, 4000 and 6000 Hz; Mini mental state examination results, dichotic digits test and standard duration. **RESULTS:** When speech and noise came from the same direction (0/0 ° azimuth), there was no predominance of the settings in the best performance in SRIN. In the condition that the noise focused behind the subject (0/180 ° azimuth), the directional microphone and the associated noise reduction were essential for the best performance. There was a correlation between the SRPRN 0/0 ° and the dichotic digits test. **CONCLUSION:** The ability of figure-ground for verbal sounds showed influence the communicative performance of the elderly user of hearing aids, when speech and noise came from the same direction. But when speech and noise are spatially separated, the directional microphone and the associated noise reduction helped the individual to respond the stimuli presented more efficiently.

**Keywords:** hearing aids, speech discrimination, hearing loss, auditory perceptual disorders, aged.



### 7.3 Introdução

A dificuldade para ouvir, principalmente em ambientes com ruído competitivo, é um dos comprometimentos que mais atinge os indivíduos que envelhecem e afeta severamente a habilidade de se relacionar com o outro, diminuindo drasticamente a qualidade de vida (FRANCELIN, MOTTI e MORITA, 2010).

Para esta população, compreender a fala em ambientes de escuta difícil é uma tarefa complexa. Esta dificuldade não pode ser estimada apenas pelo tipo e grau da perda auditiva, uma vez que idosos com pouca dificuldade para detectar sons de baixa intensidade podem referir não entender bem em ambientes com ruído competitivo (FEITOSA, NEVEZ, 2003; COAVILLA *et al.*, 2008).

Dessa forma, esta queixa pode ser justificada por outros motivos, tais como déficits no processamento cognitivo que ocorrem com o avanço da idade (TREMBLAY, *et al.*, 2002; TUN, O'KANE, GWINGFIELD, 2002), que diminuem a sincronia neural e o processamento temporal dos sons (TREMBLAY, PISKOSZ; SOUZA, 2003; GORDON-SALANT, 2005). Tais fatores afetam diretamente a forma como a informação é organizada, fazendo com que o indivíduo interprete os sons mais lentamente. Deste modo, quanto mais complexa for a informação recebida, maior será a queixa quanto a compreensão.

Quando a dificuldade de ouvir não pode ser revertida por nenhum tipo de tratamento, o uso de próteses auditivas é a intervenção indicada. Porém, as queixas relacionadas à inteligibilidade de fala no ruído podem permanecer, o que requer a seleção criteriosa dos ajustes às características individuais, para assim proporcionar melhores resultados.

Com uma regulação adequada, espera-se que a prótese auditiva possa melhorar significativamente o reconhecimento de fala. Para isso, a maneira mais eficaz é minimizar a interferência do ruído ambiental na comunicação, com a utilização de microfones direcionais e algoritmos de redução de ruído (PEETERS *et al.*, 2009; CORNELIS, MOONEM, WOUTERS, 2012), presentes neste dispositivo. Entretanto, nem sempre estes ajustes são suficientes para diminuir as queixas destes pacientes.

A fim de investigar os possíveis fatores de influência na inteligibilidade de fala em idosos usuários de próteses auditivas, este estudo teve como objetivo identificar o melhor desempenho do indivíduo em cada situação de teste e analisar quais os

aspectos que influenciaram este resultado: ajustes das próteses auditivas e/ou fatores individuais como grau e configuração da perda auditiva, desempenho na triagem cognitiva e habilidades auditivas de figura-fundo para sons verbais e ordenação temporal auditiva.

#### **7.4 Metodologia**

Este estudo foi submetido ao Gabinete de Projetos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. O mesmo foi registrado, analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob parecer de número 127.520.

Após autorização do Comitê de Ética, esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Próteses Auditivas do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) da UFSM. Os indivíduos que concordaram em participar assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para fazerem parte da pesquisa, primeiramente os pacientes deveriam estar em fase de adaptação das próteses auditivas, no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. Após este levantamento, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: idade igual ou superior a 60 anos; diagnóstico audiológico de perda auditiva bilateral do tipo neurosensorial de grau leve a moderadamente severo (LLOYD, KAPLAN, 1978), com limiar de reconhecimento de fala de no máximo 65 decibéis (dB) na melhor orelha; nunca ter utilizado próteses auditivas; fazer parte do Programa de Concessão de Próteses Auditivas do Ministério da Saúde; e estar em processo de adaptação binaural de próteses auditivas retroauriculares, de tecnologia do tipo B, que possuíssem como possibilidades de ajustes, o redutor de ruído e microfone direcional.

Qualquer 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 no teste, como alterações neurológicas tais como problemas de memória, acidente vascular encefálico, demências, entre outros; e/ou de fluência verbal, foram excluídos.

Assim, o grupo estudado foi constituído de 36 idosos, com idades entre 60 e 87 anos. Destes, 12 eram do gênero feminino e 24 do gênero masculino.

Antes de realizar as avaliações, 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 sujeitos estudados.

## 7.5 Avaliação das habilidades auditivas

Devido a este estudo ser longitudinal, envolver várias consultas e procedimentos, e de nem todos os idosos atendidos residirem na cidade onde a pesquisa foi realizada, não foi efetuada a avaliação completa das habilidades do processamento auditivo. Dessa forma, foram selecionados o Teste Dicótico de Dígitos e o Teste de Padrão de Duração.

Assim, para avaliar as habilidades auditivas de figura-fundo para sons verbais, através da capacidade de reconhecer dois ou mais sons emitidos simultaneamente pela tarefa de integração e separação binaural e, ordenação temporal auditiva em duração, que se refere ao processamento de dois ou mais estímulos acústicos na sua ordem de ocorrência no tempo, permitindo reconhecer, identificar, e sequenciar corretamente padrões auditivos, foram utilizados o Teste Dicótico de Dígitos (TDD) (PEREIRA, SCHOCHAT, 2011) e o Teste Padrão de Duração (TDP) (AUDITEC, 1997). Estes testes, gravados em *Compact Disc* (CD), foram apresentados via *CD Player* da marca Toshiba, modelo 4149, acoplado a um audiômetro digital de dois canais, marca *Fonix*, modelo FA-12.

No Teste Dicótico de Dígitos (TDD) são apresentados dois dígitos em cada orelha, simultaneamente. Os dígitos utilizados são os que representam os dígitos dissílabos da língua portuguesa, na escala de um a dez (4, 5, 7,8 e 9). Foram apresentadas 20 sequências de quatro dígitos cada, sendo dois apresentados em uma orelha e outros dois na orelha oposta simultaneamente. Assim, devem-se reproduzir os estímulos apresentados, independentemente da ordem de apresentação dos mesmos. Foram solicitadas as tarefas de integração e separação binaural.

O Teste Padrão de Duração (TPD) consiste na apresentação de sequências de três tons de 1000 Hz, que se diferenciam em duas durações: 500 milissegundos (longo-L), e 250 milissegundos (curto-C). Foram apresentados 30 estímulos de forma binaural, que deveriam ser respondidos de maneira murmurada. As

possibilidades de respostas são LLC; LCL; LCC; CLL; CLC e CCL, sendo considerados como acerto os três tons respondidos corretamente.

Estes testes foram realizados no nível de maior conforto relatado pelos sujeitos, em torno de 30 a 40 dB NS acima da média tritonal, próximo ao nível de apresentação em que o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala foi realizado (PARRELLA, BRANCO-BARREIRO, 2005).

## **7.6 Adaptação das próteses auditivas**

Quanto às próteses auditivas, foram selecionados para esta pesquisa dois modelos, de tecnologia digital do tipo B (classificação SUS), de marcas diferentes, porém com o mesmo tipo de microfone direcional, hipercardióide, e o mesmo tipo de redutor de ruído, por modulação multibanda.

Para a programação inicial das próteses auditivas, foi utilizada a regra prescritiva NAL-NL1, presente no software de programação e acionando, em cada sessão, de forma randomizada, uma das possibilidades de programação: microfone omnidirecional, microfone omnidirecional e redutor de ruído; microfone direcional; microfone direcional e redutor de ruído.

## **7.7 Avaliação da inteligibilidade de fala no ruído**

Para avaliar o reconhecimento de fala em situação de escuta difícil, os indivíduos foram submetidos ao teste Listas de Sentenças para o Português Brasileiro (LSP-BR) constituído por listas de sentenças em Português Brasileiro e um ruído com espectro de fala, (COSTA, 1998; COSTA *et al.*, 1998; COSTA, IÓRIO, MANGABEIRA-ALBERNAZ, 2000).

Foi utilizado um audiômetro digital de dois canais, marca *Fonix*, modelo FA-12; e um sistema de amplificação para audiometria em um campo sonoro, modelo TA 1010. As sentenças foram apresentadas utilizando um CD *Player*, acoplado ao audiômetro.

Foram pesquisados os Limiares de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (LRSR), sem a prótese auditiva, e os Índices Percentuais de Reconhecimento de Sentenças no Ruído (IPRSR), sem e com prótese auditiva, em um campo sonoro. Os indivíduos foram posicionados a um metro das caixas acústicas, sendo estas

dispostas a 0°/0° e 0°/180° azimute. A fala manteve-se fixa na caixa da frente (0°/0° azimute) enquanto o ruído primeiramente foi apresentado na caixa da frente (0°/0° azimute) e posteriormente na caixa de trás (0°/180° azimute). O nível do ruído permaneceu constante a 65 dB NPS (A) para todas as medidas obtidas.

A obtenção do LRSR e IPRSR foi realizada em todas as consultas, consistindo em cinco avaliações para cada sujeito, sendo que inicialmente estas medidas foram obtidas sem as próteses auditivas, antes da adaptação das mesmas, com uma das quatro programações descritas; já a segunda, terceira, quarta e quinta avaliações foram realizadas após um período entre 14 e 24 dias de uso, com as próteses auditivas na programação escolhida na consulta anterior.

Para a pesquisa dos LRSR, o estímulo de fala inicial foi apresentado em na relação S/R obtida com base no treinamento prévio para o teste, realizado com cada sujeito. Quando o indivíduo reconheceu corretamente o estímulo de fala, o nível do mesmo foi diminuído, caso contrário, aumentado (LEVITT, RABINER, 1967) Este procedimento foi repetido até o final da lista de frases, utilizando inicialmente intervalos de 5 dB e, após a primeira mudança no padrão de resposta do paciente, de 2,5 dB.

Já na pesquisa do IPRSR, o nível de apresentação das sentenças permaneceu fixo na relação S/R obtida com base nos LRSR, encontrados para cada indivíduo (SANTOS, PETRY, COSTA, 2010). Os IPRSR foram pontuados considerando como erro somente a(s) palavra(s) omitida(s) ou repetida(s) de maneira incorreta (COSTA *et al*, no prelo). Após a obtenção destas medidas, foram selecionados e analisados neste estudo o melhor desempenho de cada sujeito em cada condição de teste (IPRSR a 0°/0° e 0°/180° azimute).

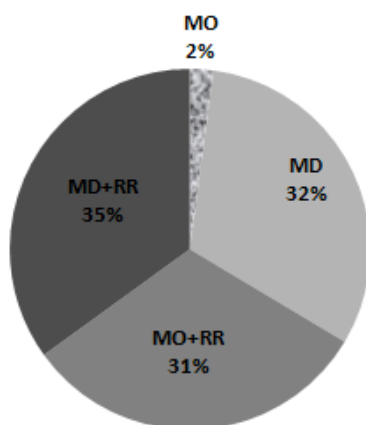
## **7.8 Análise dos dados**

Após realizar o levantamento dos dados, foi aplicado o teste estatístico Lilliefors, que constatou distribuição não normal nos resultados encontrados. Os mesmos foram analisados de maneira descritiva, através das médias e medianas, e estatística, utilizando o teste de correlação de Spearman, correlacionando as variáveis estudadas com os resultados do teste LSP. Foram considerados resultados com significância estatística  $p \leq 0,05$ .

## 7.9 Resultados

Nos gráficos 1 e 2 estão expostos os melhores desempenhos individuais segundo as diferentes possibilidades de ajustes, com ruído incidente a  $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimute e a  $0^{\circ}/180^{\circ}$  azimute, respectivamente.

Já na tabela 1 estão apresentados os valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a  $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimute, da idade, médias tritonais, teste padrão de duração, teste dicótico de dígitos e a correlação entre as variáveis. Na tabela 2 estão as mesmas variáveis, porém com o Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído obtido a  $0^{\circ}/180^{\circ}$  azimute.



**Melhor desempenho com ruído a  $0/0^{\circ}$  azimute**

**Gráfico 1.** Melhores desempenhos individuais segundo as diferentes possibilidades de ajustes, com ruído incidente a  $0^{\circ}/0^{\circ}$  azimute.

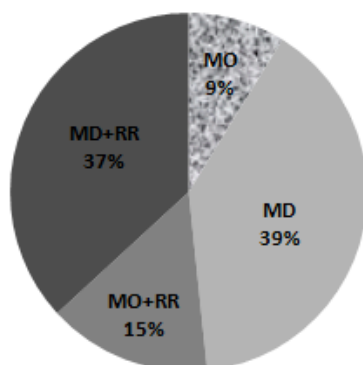
Legenda:

MO: Microfone omnidirecional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.



**Melhor desempenho com ruído a 0/180° azimuth**

**Gráfico 2.** Melhores desempenhos individuais quanto às diferentes possibilidades de ajustes, com ruído incidente a 0°/180° azimuth.

Legenda:

MO: Microfone omnidirecional.

RR+MO: Redutor de ruído e microfone omnidirecional.

MD: Microfone direcional.

RR+MD: Redutor de ruído e microfone direcional.

**Tabela 1.** Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0/0° azimute (%), da idade, médias tritonais, teste padrão de duração, teste dicótico de dígitos e a correlação entre as variáveis.

<b>Variáveis</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Valor de p</b>
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,755743
<b>Idade</b>	60	87	73,47	73,00	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,986450
<b>MTT1</b>	38,33	76,67	50,46	50	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,456329
<b>MTT2</b>	46,67	106,67	69,67	66,67	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,538520
<b>MEEM</b>	20	30	25,39	26	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,813639
<b>TPD M</b>	6,66	59,94	26,64	23,31	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,046786*
<b>TDD IB OD</b>	35	86,26	55,15	48,75	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,040867*
<b>TDD IB OE</b>	18,75	85	53,44	48,75	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,097654
<b>TDD AD OD</b>	15	97,50	63,36	73,25	
<b>IPRSR</b>	71,92	100	91,09	92,79	0,087243
<b>TDD AD OE</b>	12,50	95	71,08	80	

\* significância estatística  $p \leq 0,05$ . Teste de correlação de Spearman.

Legenda:

IPRSR: Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído.

MTT1: Média tritonal das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz.

MTT2: Média tritonal das frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz.

MEEM: Pontuação no Mini-Exame de Estado Mental.

TPD M: Teste padrão de duração murmurado.

TDD IB OD: Teste dicótico de dígitos integração binaural orelha direita.

TDD IB OE: Teste dicótico de dígitos integração binaural orelha esquerda.

TDD AD OD: Teste dicótico de dígitos atenção direcionada orelha direita.

TDD AD OE: Teste dicótico de dígitos atenção direcionada orelha esquerda.

r: Coeficiente de correlação.



**Tabela 2.** Valores mínimos, máximos, médias e medianas do Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído a 0/180° azimute (%), da idade, relação sinal/ruído, médias tritonais, teste padrão de duração, teste dicótico de dígitos e a correlação entre as variáveis.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Valor de p
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,657890
Idade	60	87	73,47	73,00	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,493820
MTT1	38,33	76,67	50,46	50	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,466116
MTT2	46,67	106,67	69,67	66,67	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,454931
MEEM	20	30	25,39	26	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,923582
TPD	6,66	59,94	26,64	23,31	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,295231
TDD IB OD	35	86,26	55,15	48,75	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,325791
TDD IB OE	18,75	85	53,44	48,75	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,567489
TDD AD OD	15	97,50	63,36	73,25	
IPRSR	74,01	100	93,81	96,61	0,326479
TDD AD OE	12,50	95	71,08	80	

\* significância estatística  $p \leq 0,05$ . Teste de correlação de Spearman.

Legenda:

IPRSR: Índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído.

MTT1: Média tritonal das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz.

MTT2: Média tritonal das frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz.

MEEM: Pontuação no Mini-Exame de Estado Mental.

TPD M: Teste padrão de duração murmurado.

TDD IB OD: Teste dicótico de dígitos integração binaural orelha direita.

TDD IB OE: Teste dicótico de dígitos integração binaural orelha esquerda.

TDD AD OD: Teste dicótico de dígitos atenção direcionada orelha direita.

TDD AD OE: Teste dicótico de dígitos atenção direcionada orelha esquerda.

## 7.10 Discussão

Compreender a fala em ambiente ruidoso é uma tarefa desafiadora para os indivíduos idosos, pois necessitam de uma relação sinal/ruído maior em relação aos adultos e jovens, mesmo na ausência de perda auditiva (SCHNEIDER, DANEMAN, 2007). Para essa população, a interferência causada pelo ruído pode muitas vezes impossibilitar a comunicação (LARSBY, HÄLLGREN, LYXELL, 2008), uma vez que o processamento da informação não ocorre de forma eficiente a ponto de recuperar o som de interesse em meio ao sinal distorcido (JANSE, 2009). Dessa forma, entender os fatores que podem estar envolvidos, concomitantemente com a perda auditiva, é

de suma importância para auxiliar na tomada de decisões quanto à conduta mais adequada para cada caso.

Assim sendo, a fim de verificar quais fatores podem ter sido determinantes para o melhor desempenho nos testes de fala, inicialmente foram investigados quais os ajustes (microfone omnidirecional, redutor de ruído + microfone omnidirecional, microfone direcional, redutor de ruído + microfone direcional) que resultaram em melhores respostas, considerando os dados de fala e ruído a 0°/0° azimute e de fala a 0°/0° e ruído a 0°/180° azimute, situações consideradas neste estudo.

Deste modo quando fala e ruído vieram da mesma direção (0°/0° azimute), como pode ser observado na figura 1, não houve predominância um dos ajustes ou uma das combinações destes no melhor desempenho no reconhecimento de fala. Esse dado pode sugerir que, na situação de fala e ruído na frente, outros fatores podem ter contribuído e influenciado na resposta do paciente, e não somente determinado ajuste acionado nas próteses auditivas.

Entretanto, na condição que o ruído incidiu atrás do sujeito, como pode ser verificado na figura 2, os melhores desempenhos ocorreram quando o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído estavam acionados. Assim, com base nestes resultados, sugere-se que estes ajustes possivelmente auxiliaram o indivíduo a responder os estímulos apresentados de maneira mais eficiente. Estes achados concordam com os encontrados na literatura, uma vez que relatam que os microfones direcionais promovem melhor compreensão de fala em situações onde o som de interesse e o ruído são espacialmente separados (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; RICKETTS, 2001; AMLANI, 2001; CHUNG, 2004; BENTLER, 2005; RICKETTS, GALSTER, THARPE, 2007; AURIEMMO *et al.*, 2009; WU, BENTLER, 2012), sendo esta a melhor estratégia para proporcionar uma elevação na relação sinal/ruído.

Com relação aos demais fatores considerados, tais como grau e configuração da perda auditiva, desempenho na triagem cognitiva e habilidades auditivas de figura-fundo para sons verbais e ordenação temporal auditiva; conforme os resultados expostos nas tabelas 1 e 2, foi verificada a presença de correlação entre o IPRSR obtido com ruído a 0/0° azimute e os resultados obtidos com o TDD na tarefa de integração binaural. Estes dados indicam que, quando o desempenho em um teste aumenta, o outro tem tendência a aumentar e vice-versa, mostrando que seus resultados foram diretamente proporcionais.

Uma vez encontrado este resultado, pode-se inferir que a habilidade de figura-fundo para sons verbais, avaliada por meio do TDD na etapa de atenção dividida, pode ter influenciado o desempenho dos idosos para reconhecer a fala no ruído, quando ambos foram provenientes da frente do indivíduo. Assim, quanto melhor o desempenho nesta tarefa, maiores serão as chances do idoso reconhecer dois ou mais sons emitidos simultaneamente com o uso da prótese auditiva em situações adversas de comunicação.

Estudos consideram que a dificuldade de compreender a fala no ruído não está somente associada à perda auditiva periférica, e sim ao declínio das funções cognitivas inerentes ao processo de envelhecimento, tais como memória de trabalho, atenção seletiva e velocidade do processamento da informação (WALTON, SIMON, FRISINA, 2002; QUINTERO, MAROTTA, MARONE, 2002; JANSE, 2009; HUMES *et al.*, 2012). Estas alterações, associadas ao declínio das habilidades do processamento auditivo decorrentes do envelhecimento, podem influenciar de forma significativa como ele irá se desempenhar com o uso da prótese auditiva (BELLIS, WILBER, 2001; GOLDING *et al.*, 2004; GOLDING, MITCHELL, CUPPLES, 2005).

Por sua vez, ao analisar a variável grau da perda, não foi encontrada correlação entre o desempenho no teste LSP com as médias tritonais. Uma vez que o grau da perda auditiva foi semelhante entre a maioria dos indivíduos avaliados, a MTT1 não mostrou ter influência no desempenho do teste de fala utilizado. Já em relação a MTT2, apesar de os limiares tonais das frequências agudas serem importantes para a inteligibilidade de fala (AURÉLIO *et al.*, 2008), principalmente relacionado à percepção dos sons fricativos, nesta população ela não se mostrou determinante no desempenho no teste de sentenças no ruído.

Este resultado vai ao encontro de outros autores (FEITOSA, NEVEZ, 2003; MARTIN, JERGER, 2005; COAVILLA *et al.*, 2008), pois referiram que embora o grau da perda auditiva influencie fortemente a compreensão de fala, idosos parecem enfrentar mais obstáculos do que seria esperado com base unicamente em suas configurações audiométricas. Outros pesquisadores salientaram ainda que estes indivíduos tem mais dificuldade em discriminar pistas acústicas e extrair informações temporais relevantes para a identificação de contrastes de fala (SOUZA, KITCH, 2001).

Em relação à análise realizada entre os resultados do teste de fala no ruído e as pontuações obtidas na triagem cognitiva, apesar de não ter sido encontrada

correlação entre estas medidas, sabe-se do declínio das funções cognitivas inerentes ao processo de envelhecimento, e que as mesmas são de suma importância para a inteligibilidade de fala (WALTON, SIMON, FRISINA, 2002; QUINTERO, MAROTTA, MARONE, 2002; JANSE, 2009). Assim, pode-se sugerir que o MEEM, instrumento utilizado como triagem cognitiva, pode não ter sido capaz de identificar estas dificuldades (LIPORACI, FROTA, 2010).

Outro aspecto analisado neste estudo foi quanto à habilidade de reconhecer, identificar e sequenciar padrões auditivos, referentes à ordenação temporal, investigando a possível relação entre os IPRSR e TPD. Porém, a análise realizada não encontrou correlação entre o desempenho dos indivíduos nestes dois testes. Entretanto, apesar deste resultado, sabe-se da importância destas habilidades para a compreensão de fala.

Tento em vista que o envelhecimento tem como consequência o declínio nas habilidades de processamento temporal dos sons, dentre elas a ordenação temporal auditiva, é de suma importância avaliar estas habilidades (COAVILLA *et al.*, 2008). Uma vez que a informação auditiva é influenciada pelo modo como ocorrem em um intervalo de tempo, perceber pequenos intervalos entre dois sons é fundamental para identificar qual som foi precedido do outro, e assim compreender a informação recebida (MUSIEK, BARAN, PINHEIRO, 1990; PARRA *et al.*, 2004; SHINN, 2007; BANAI, KRAUS, 2007; FERREIRA *et al.*, 2008).

Assim, este resultado encontrado pode ser justificado devido ao TPD ser um teste que exige a memória dos tons ouvidos, para depois evocá-los. Portanto, existe a possibilidade dos idosos apresentarem respostas piores não por não conseguirem discriminar os diferentes tons e sim por apresentarem algum prejuízo relacionado à memória (MIRANDA *et al.*, 2004; LIPORACI, FROTA, 2010).

Dessa forma, dentre os aspectos considerados nesta pesquisa, pode-se sugerir que a habilidade de figura-fundo para sons verbais, por meio da tarefa de integração binaural, mostrou ter maior influência no desempenho comunicativo do indivíduo idoso, usuário de próteses auditivas, em situações desfavoráveis de comunicação, quando fala e ruído foram apresentados da mesma direção, de frente para o indivíduo.

Com base no exposto, avaliar as habilidades auditivas, por meio dos testes de processamento auditivo, possibilita estabelecer melhor entendimento da função comunicativa de cada indivíduo. Como resultado, além de serem úteis para

quantificar os déficits auditivos decorrentes de alterações funcionais do sistema nervoso central, também auxiliam a definir como um paciente ouvirá quando sua sensibilidade auditiva for corrigida pelas próteses auditivas (STACH, 2000).

Assim sendo, o desempenho do idoso no TDD, na tarefa de integração binaural, pode auxiliar a estimar se haverá ou não sucesso com o uso das próteses auditivas, uma vez que a perda auditiva não se mostra como um fator determinante, porém agravante da dificuldade de compreensão de fala (QUINTERO, MAROTTA, MARONE, 2002).

Deste modo, devido à situação de comunicação com ruído a 0°/0° azimute ser comum e muitas vezes não ser possível obter desempenho comunicativo satisfatório com as próteses auditivas, o treinamento auditivo, principalmente de tarefas de escuta dicótica, poderá proporcionar melhores resultados nesta situação. Assim, o idoso estaria mais preparado para enfrentar situações adversas de comunicação ao exercitar habilidades que envolvam atenção seletiva, fechamento auditivo, análise, síntese e organização de eventos sonoros.

Entretanto, ao considerar a condição com ruído a 0°/180° azimute, os resultados sugerem que os ajustes selecionados na adaptação das próteses auditivas possivelmente auxiliaram de maneira mais eficiente o indivíduo a responder os estímulos apresentados em uma situação de comunicação menos complexa, na qual fala e ruído estão separados espacialmente.

Com base nos resultados encontrados neste estudo, evidencia-se que quanto maior o número de informações disponíveis do sistema auditivo, tanto periférico quanto central, mais adequadas serão as orientações quanto às expectativas do uso das próteses auditivas, e se a necessidade de realizar terapia de treinamento auditivo se mostra essencial ou não. Assim, o aconselhamento quanto à reabilitação auditiva acontecerá baseado em informações objetivas, obtidas com base em avaliações específicas individualizadas, proporcionando ao indivíduo melhor percepção quanto às causas de suas dificuldades (IWAHASHI *et al.*, 2011).

## **7.11 Conclusão**

Dentre os aspectos analisados neste estudo, sugere-se que em situações adversas de comunicação, na qual fala e ruído vem da mesma direção, a habilidade auditiva de figura-fundo para sons verbais mostrou ter influência no desempenho

comunicativo do idoso, usuário de próteses auditivas. Já quando a fala incidiu de frente e o ruído de trás, o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído, possivelmente auxiliaram o indivíduo a responder aos estímulos apresentados de maneira mais eficiente.

Em relação ao grau e configuração da perda auditiva, triagem cognitiva e a habilidade de ordenação temporal, estes fatores não se mostraram determinantes no desempenho com o uso das próteses auditivas.

## 7.12 Referências bibliográficas

AMLANI, A. M. Efficacy of directional microphone hearing aids: A meta-analytic perspective. **J Am Acad Audiol.**, v.12, n. 4, p. 202–214. 2001.

ANDERSON, S.; PARBERRY-CLARK, A.; YI, H.G.; KRAUS, N. A Neural Basis of Speech-in-Noise Perception in Older Adults. **Ear Hear.** v. 32, n. 6, p. 750-7. 2011.

AUDITEC. **Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence.** Missouri; 1997.

AURELIO, N. H. S.; BECKER, K. T.; PADILHA, C. B.; SANTOS, S. N., PETRY, T. COSTA, M. J. Limiões de reconhecimento de sentenças no silêncio em campo livre *versus* limiões tonais em fone em indivíduos com perda *auditiva coclear*. **Rev. CEFAC.**, v.10, n.3, p. 378-384. 2008.

AURIEMMO, J.; KUK, F.; LAU, C.; DORNAN, B. K.; SWEETON, S. et al. Efficacy of an adaptive directional microphone and a noise reduction system for schoolaged children. **J Ed Audiol.**, v. 15, n. 1, p. 15–27. 2009.

BELLIS, T. J.; WILBER, L. A. Effects of aging and gender on interhemispheric function. **J Speech Lang Hear Res.**, v. 44, n. 2, p. 246-263. 2001.

BENTLER, R. A. Effectiveness of directional microphones and noise reduction schemes in hearing aids: A systematic review of the evidence. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 7, p. 473–484. 2005.

BOYMANS, M.; DRESCHLER, W. A. Field trials a digital hearing aid with active noise reduction and dual-microphone directionality. **Audiology.**, v. 39, n. 5, p. 260-8. 2000.

CHUNG, K. Challenges in recent developments in hearing aids: speech understanding in noise, microphone technologies and noise reduction algorithms. **Trends Amplif.**, v. 8, n.1, p. 87-124. 2004.

COSTA, M. J. **Listas de sentenças em português:** apresentação e estratégias de aplicação na audiolgia. Santa Maria: Pallotti; 1998. P. 26-36.

COSTA, M. J., IORIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P.L. Desenvolvimento de um teste para avaliar a habilidade de reconhecer a fala no silêncio e no ruído. **Pró-Fono.**, v. 12, n. 2, p. 6-16. 2000.

COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L. Reconhecimento de fala: desenvolvimento de uma lista de sentenças em português. **Acta Awho**, v. 16, n. 4, p.164-73, 1997.

COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L.; CABRAL JR., E. F.; MAGNI, A. B. Desenvolvimento de um ruído com espectro de fala. **Acta Awho**, v. 17, n. 2, p. 84-9, 1998.

COSTA, M. J.; SANTOS, S. N.; LESSA, A. H., MEZZOMO, C. L. Nova proposta de cálculo do índice percentual de reconhecimento de sentenças. **CoDAS**, No prelo. 2014.

DILLON, H. NAL-NL1: a new procedure for fitting nonlinear hearing aids. **Hear. J.**, v. 52, n. 4, p. 10-16. 1999.

FRANCELIN, M. A. S.; MOTTI, T. F. G.; MORITA, I. As implicações sociais da deficiência auditiva adquirida em adultos. **Saude soc.**, v. 19, n. 1. 2010.

GOLDING, M.; CARTER, N.; MITCHELL, P.; HOOD, L. J. Prevalence of central auditory processing (CAP) abnormality in an older Australian population: the Blue Mountains Hearing Study. **J Am Acad Audiol.**, v. 15, n. 9, p. 633-642. 2004.

GOLDING, M.; MITCHELL, P.; CUPPLES, L. Risk markers for the graded severity of auditory processing abnormality in an older Australian population: the Blue Mountains Hearing Study. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 6, p. 348-356. 2005.

GORDON-SALANT S. Hearing loss and aging: New research findings and clinical implications. **J Rehab Research Dev.**; v.42, n. 4, p. 9–24. 2005.

HUMES, L. E.; DUBNO, J. R.; GORDON-SALANT, S.; LISTER, J. J.; Cacace, A. T.; Cruickshanks, K. J.; Gates, G. A.; Wilson, R. H.; Wingfield, A. Central Presbycusis: A Review and Evaluation of the Evidence. **J Am Acad Audiol.**, v. 23, n. 8, p. 635–666. 2012.

IWAHASHI, J. H.; JARDIM, I. S.; SIZENANDO, C. S.; BENTO, R. F. Protocolo de seleção e adaptação de prótese auditiva para indivíduos adultos e idosos. **Arq Int de Otorrinolaringol.**, v. 15, n. 2, p. 214-222. 2011.

JANSE, E. Processing of fast speech by elderly listeners. **J Acoust Soc Am.**, v, 1235, n. 4, p. 2361-2373. 2009.

LARSBY, B.; HÄLLGREN, M.; LYXELL, B. The interference of different background noises on speech processing in elderly hearing impaired subjects. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 2, p. 83-90. 2008.

LEVITT, H.; RABINER, L. R. Use of a sequential strategy in intelligibility testing. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 42, p. 609-12, 1967.

LIPORACI, F. D.; FROTA, S. M. M. C. Envelhecimento e ordenação temporal auditiva. **Rev. CEFAC.**, v. 12, n. 5, p. 741-748. 2010.

LLOYD, L.L.; KAPLAN, H. **Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry**. Baltimore: University Park Press, 1978.

MARTIN, J. S.; JERGER, J. F. SOME effects of aging on central auditory processing. **J Rehabil Res Dev.**, v. 42, n. 4, p 25-44. 2005.

MUSIEK, F. E.;, BARAN, J. A.; PINHEIRO, M. L. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. **Audiol.**,; v. 29, n. 6, p. 304-313. 1990.

PARRA, V. M.; IORIO, M. C. M.; MIZAHY, M. M.; BARALDI, G. S. Testes de padrão de frequência e de duração em idosos com sensibilidade auditiva normal . **Rev Bras Otorrinolaringol.**, v.70, n.4, p. 517-523. 2004.

PEETERS, H.; KUK, F.; LAU, C.; KEENAN, D. Subjective and objective evaluation of noise management algorithms. **J Am Acad Audiol.**, v. 20, n. 2, p. 89–98. 2009.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais**. In Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Pro fono, Barueri 2011. 3-17.

PERRELLA, A. C. M.; BRANCO-BARREIRO, F. C. A. Avaliação da função auditiva central em idosos e suas contribuições para a adaptação de próteses auditivas. **Dist Com.**, v. 17, n. 3, p. 333-346. 2005.

QUINTERO, S. M.; MAROTTA, R. M.; MARONE, S. A. Avaliação do processamento auditivo de indivíduos idosos com e sem presbiacusia por meio do teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica – SSW. **Rev Bras Otorrinolaringol.**, v. 68, n. 5, p. 28-33. 2002.

RICKETTS, T. A. Directional hearing aids. **Trends Amplif.**, v. 5, n. 4, p.13393-176. 2001.

SANTOS, S. N.; PETRY, T.; COSTA, M. J. Índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído: efeitos da aclimatização no indivíduo avaliado sem as próteses auditivas. **Rev CEFAC.**, v. 12, n. 5, p. 733-40. 2010.

SCHNEIDER, B. A.; LI, L.; DANEMAN, M. How competing speech interferes with speech comprehension in everyday listening situations. **J Am Acad Audiol.**, v. 18, n. 7, p. 559-3572. 2007.

SOUZA, P. E.; KITCH, V. The contribution of amplitude envelope cues to sentence identification in young and aged listeners. **Ear Hear.**, v. 22, n. 2, p. 112-119. 2001.



STACH B. Hearing aid amplification and central auditory disorders. In Sandlin RE. **Textbook of hearing aid amplification** – 2nd edition, San Diego: Singular Publishing Group; 2000, P. 607-41.

TREMBLAY, K. I.; PISKOSZ, M.; SOUZA, P. Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. **Clin Neurophysiol.**; v. 114, n. 7, p. 1332–1343. 2003.

TREMBLAY, K. L.; PISKOSZ, M.; SOUZA, P. Aging alters the neural representation of speech cues. **Neuroreport**, v. 13, n. 15, p. 1865-1870. 2002.

TUN, P. A.; O'KANE, G.; WINGFIELD, A. Distraction by competing speech in young and older adult listeners. **Psychol Aging.**, v. 17, n. 3, p. 453-467. 2002.

WALTON, J. P.; SIMON, H.; FRISINA, R. D. Age-related alterations in the neural coding of envelope periodicities. **J Neurophysiol.** v. 88, n. 2, p. 565-578. 2002.

WU, Y. H.; BENTLER, R. A. Use of directional microphone technologies to improve user performance in noise. In: **Sandlin's textbook of hearing aid amplification: technical and clinical considerations**. 3<sup>a</sup> ed. Plural Publishing: San Diego, 2014. p. 187-220.

## 8. DISCUSSÃO GERAL

Um dos maiores desafios enfrentados pelos fonoaudiólogos que atuam na seleção e adaptação de próteses auditivas é proporcionar inteligibilidade de fala em ambientes ruidosos. Nos indivíduos com presbiacusia, esta tarefa é ainda mais difícil, em decorrência das características audiométricas que comprometem a seletividade de frequência e a diminuição das habilidades cognitivas básicas relacionadas à atenção e memória (GORDON-SALANT, 2005; TREMBLAY, PISKOSZ, SOUZA, 2003). Estes fatores, somados às alterações no processamento auditivo, impossibilitam a percepção dos benefícios proporcionados pelas próteses auditivas.

Dessa forma, com o intuito de promover a diminuição das queixas de compreensão em ambientes desfavoráveis de comunicação, são selecionados regulagens e recursos disponíveis nas próteses auditivas. Dentre os ajustes disponíveis nas diferentes empresas que fabricam este dispositivo, estão os microfones direcionais e os algoritmos de redução de ruído. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar quais os resultados do uso destes dois ajustes na população idosa.

Em relação ao uso ou não do redutor de ruído e do microfone direcional, e das diferentes combinações destes recursos, pode-se verificar que quando fala e ruído foram provenientes da frente do indivíduo, o desempenho no teste LSP na presença de ruído foi melhor significativamente tanto com o redutor de ruído ou microfone direcional ativado, quanto com estes dois ajustes associados, em relação ao desempenho com o microfone omnidirecional. Já quando o ruído mudou de posição e foi apresentado atrás, o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído proporcionaram melhor escore de acertos. Assim, pode-se sugerir que quando o ruído vem de trás, o microfone direcional mostrou-se essencial para proporcionar melhora na comunicação.

Este resultado é semelhante ao encontrado na literatura, uma vez que os microfones direcionais promovem melhor compreensão de fala em situações onde o som de interesse e o ruído são espacialmente separados (BOYMANS, DRESCHLER, 2000), sendo esta a melhor estratégia para proporcionar uma

elevação na relação sinal/ruído, que pode ser, em média 3 a 4 dB maior, em ambientes com baixa reverberação (RICKETTS, 2001; CHUNG, 2004).

Em geral, os maiores escores no reconhecimento de fala com microfone direcional foram observados em condições experimentais, sempre que o estímulo é apresentado em frente ao ouvinte e a fonte de ruído era fixada atrás (AMLANI, 2001; BENTLER, 2005; AURIEMMO *et al.*, 2009; RICKETTS *et al.*, 2007). Porém, quando o sinal de interesse vem de trás do ouvinte, o reconhecimento de fala pode ser considerado insatisfatório (RICKETTS *et al.*, 2007). Contudo, por mais que a presença de reverberação, fontes de ruído difusas, ou outras condições acústicas mais realistas possam resultar em poucas melhorias do que se refere à inteligibilidade (AMLANI, 2001; AETMIS, 2003; BENTLER, 2005) mesmo nestas situações, quando o som de interesse tem origem na frente do ouvinte, melhores desempenhos são encontrados com o uso do microfone direcional (RICKETTS *et al.*, 2007).

Em relação ao redutor de ruído, por mais que estudos (TRINE, VAN TASELL, 2002; CHEN *et al.*, 2006; NORDRUM *et al.*, 2006; HU; LOIZOU, 2007; LUTS *et al.*, 2010.; LOIZOU, KIM, 2011) tenham relatado que este algoritmo não proporciona melhora na inteligibilidade de fala, o resultado encontrado no atual estudo foi de encontro aos mencionados por estes autores. Com base nos resultados encontrados, pode-se verificar que este algoritmo contribuiu positivamente para o aumento do escore de acertos, promovendo melhor desempenho, principalmente quanto o ruído incidiu de frente para o indivíduo.

Estes achados podem ser justificados devido aos algoritmos de redução de ruído proporcionarem redução no esforço ao escutar, aumentando o conforto dos sons de uma maneira geral (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; WALDEN *et al.*, 2000), proporcionando melhor qualidade sonora (AREHART *et al.*, 2003 ; RICKETTS, HORNSBY, 2005). Dessa forma, a capacidade cognitiva dos sujeitos é direcionada para realizar fechamento auditivo (HORNSBY, 2013), aumentando assim as chances de melhorar a compreensão de fala com base no contexto (BOYSMAN, DRESCHLER, 2000; PALMER *et al.*, 2006; SARAMPALIS *et al.*, 2009).

Assim, pode-se perceber 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 da mesma direção. Quando o ruído vem de trás, o microfone direcional atuou para que este fosse captado com

menor sensibilidade e, com o auxílio do redutor de ruído, promoveu o melhor desempenho nesta situação. Porém, o redutor de ruído atuando isoladamente nesta condição, não foi eficiente para melhorar a compreensão de fala, concordando os as observações de outros autores (BOYMANS, DRESCHLER, 2000; RICKETTS, HORNSBY, 2005).

Dessa forma, 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, quanto os dois ajustes associados, promoveram o aumento do escore de acertos. Já quando o ruído é proveniente de trás, o microfone direcional é imprescindível para um melhor reconhecimento de fala.

Outro ponto investigado na atual pesquisa foi a autopercepção do desempenho quanto ao uso das próteses auditivas, com as diferentes combinações de ajustes já mencionadas, e sua relação com o teste de percepção de fala no ruído utilizado neste estudo.

Deste modo, não foi encontrada correlação entre o desempenho dos idosos usuários de próteses auditivas com diferentes programações e a pontuação total do questionário de autopercepção, nas duas condições de avaliação realizadas. Considerando estes resultados, acredita-se ser importante utilizar conjuntamente os achados encontrados no questionário de autopercepção com os resultados de uma avaliação formal propriamente dita, uma vez que pode ser difícil para o idoso, usuário de prótese auditiva, perceber e quantificar diferentes ajustes de maneira subjetiva. Ao analisar as pontuações gerais do questionário entre si, constatou-se que as mesmas foram muito parecidas, e que os diferentes ajustes realizados não foram percebidos de maneira subjetiva pelos pacientes a ponto deles sentirem diferença na comunicação.

Com base nestes achados, pode ser observada a necessidade de ter instrumentos quantitativos que auxiliem a compreender como será o desempenho do indivíduo em situações de escuta difícil, com o uso de diferentes ajustes, considerando o relato subjetivo do paciente em casos de reação negativa ou desconforto ao uso das próteses auditivas e assim, analisar conjuntamente os resultados e verificar qual medida é mais eficiente.

Estudos com objetivos semelhantes relatam que os usuários de próteses auditivas podem não perceber o benefício que o microfone direcional pode

proporcionar na vida diária, em virtude de fatores como a localização do locutor principal, que pode não ser necessariamente favorável às diferentes percepções do microfone direcional; o tipo de ruído de fundo, se contínuo, intermitente ou estacionário; e ao ambiente acústico reverberante (WALDEN *et al.*, 2000; SURR *et al.*, 2002).

Quanto ao redutor de ruído, pesquisas (ALCÂNTARA *et al.*, 2003; BENTLER *et al.*, 2008) mostraram que, mesmo não havendo diferença estatisticamente significativa entre o desempenho com e sem o redutor de ruído, e este não diminuindo as dificuldades comunicativas, houve preferência pela ativação deste ajuste nas situações de vida diária. Isto acontece devido ao benefício proporcionado pelo redutor de ruído ser em relação ao conforto auditivo, melhora da qualidade sonora e redução do esforço ao ouvir (BOYMANS, DRESCHLER 2000; RICKETTS, HORNSBY 2005).

Pesquisadores (PEETERS *et al.*, 2009) evidenciaram que o microfone direcional melhora a relação sinal/ruído, mas também encontraram melhora na relação sinal/ruído com somente o redutor de ruído. Para eles, ambos promoveram melhor compreensão de fala em relação ao uso do microfone omnidirecional. Porém, por mais que a situação com o microfone direcional tenha sido mais satisfatória do ponto de vista comunicativo durante a avaliação, a preferência dos indivíduos, através de questões subjetivas, mostram resultados semelhantes à condição com o microfone omnidirecional e redutor de ruído. Assim, estes autores concluíram que entre uma situação de melhor compreensão e uma de maior conforto, esta última tem grandes chances de poder ser a de preferência do paciente (RICKETTS, HORNSBY, 2005).

Assim, uma vez que avaliações clínicas que utilizam testes de fala no ruído para medir desempenho, na maioria das vezes, tendem a mostrar resultados divergentes em relação aos encontrados em questionários de autoavaliação e relatos fornecidos pelos pacientes, sugere-se cautela ao tomar decisões ou definir condutas baseando-se somente no relato subjetivo do paciente ou no resultado dos questionários de autoavaliação. Assim, pode-se concluir que, para verificar os possíveis benefícios proporcionados pelo microfone direcional e redutor de ruído, devem ser associadas medidas objetivas e subjetivas de avaliação.

Já o último aspecto analisado neste estudo foi verificar se fatores como grau e configuração da perda auditiva, e algumas habilidades de processamento auditivo

poderiam auxiliar no prognóstico comunicativo de idosos com o uso de próteses auditivas.

Dentre os fatores analisados, foi encontrada correlação o escore de acertos obtido com o teste LSP com ruído a 0°/0° e os resultados obtidos com o TDD na tarefa de integração binaural. Uma vez encontrado este resultado, pode-se inferir que, quanto melhor o desempenho dos sujeitos no teste dicótico de dígitos na etapa de atenção dividida, melhor o escore de acertos encontrado no índice percentual de reconhecimento de sentenças no ruído, quando fala e ruído foram provenientes da frente do indivíduo; o mesmo ocorre quando o desempenho de um dos testes diminui.

Embora o grau da perda auditiva influencie fortemente a compreensão de fala, idosos parecem enfrentar mais obstáculos do que seria esperado com base unicamente em suas configurações audiométricas (MARTIN, JAMES, JERGER, 2006). Já em relação às funções cognitivas inerentes ao processo de envelhecimento, sabe-se que as mesmas são de suma importância para a inteligibilidade de fala. (WALTON, SIMON, FRISINA, 2002; QUINTERO, MAROTTA, MARONE, 2002; JANSE, 2009). Assim, este resultado demonstra que o instrumento utilizado como triagem cognitiva pode não ter sido capaz de identificar estas dificuldades (LIPORACI, FROTA, 2010).

Quanto às habilidades referentes à ordenação temporal, o envelhecimento tem como consequência um declínio nestas habilidades, que são de suma importância para que a informação auditiva seja compreendida. Assim, o resultado a ausência de correlação pode ser justificada devido ao teste utilizado para avaliar esta habilidade exigir a memória dos tons ouvidos, para depois evocação. Portanto, existe a possibilidade dos idosos apresentarem respostas piores não por não conseguirem discriminar os diferentes tons e sim por apresentarem algum prejuízo relacionado à memória (LIPORACI, FROTA, 2010).

Dessa forma, pode-se sugerir que dentre os aspectos considerados nesta pesquisa, a habilidade de integração binaural mostrou ter maior influência no desempenho comunicativo do indivíduo idoso, usuário de próteses auditivas, em situações desfavoráveis de comunicação, quando fala e ruído foram apresentados da mesma direção, de frente para o indivíduo. Assim sendo, o desempenho do idoso no TDD, na tarefa de integração binaural, pode auxiliar a estimar se haverá ou não sucesso com o uso das próteses auditivas, uma vez que a perda auditiva não se

mostra como um fator determinante, porém agravante da dificuldade de compreensão de fala (QUINTERO, MAROTTA, MARONE, 2002).

Deste modo, devido à situação de comunicação com ruído a 0°/0° azimute ser comum e muitas vezes não ser possível obter desempenho comunicativo satisfatório com as próteses auditivas, o treinamento auditivo, principalmente de tarefas de escuta dicótica, poderá proporcionar melhores resultados nesta situação. Assim, ao exercitar habilidades que envolvam atenção seletiva, fechamento auditivo, análise, síntese e organização de eventos sonoros, o idoso estaria mais preparado para enfrentar situações difíceis de comunicação.

Por fim, ao compilar os resultados encontrados neste estudo, pode-se sugerir que em 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 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 (BENTLER *et al.*, 2004; CORD *et al.*, 2007). Dessa forma, é aconselhado combinar microfones direcionais e omnidirecionais. Em relação à autopercepção do desempenho com o uso de próteses auditivas com diferentes ajustes, uma vez que avaliações tendem a mostrar resultados divergentes em relação aos encontrados em questionários de autoavaliação e relatos fornecidos pelos pacientes, sugere-se cautela ao tomar decisões ou definir condutas baseando-se somente no relato subjetivo do paciente ou no resultado dos questionários de autoavaliação. Assim, para verificar os possíveis benefícios proporcionados pelo microfone direcional e redutor de ruído, devem ser associadas medidas objetivas e subjetivas de avaliação. Já quanto aos fatores que possam influenciar no prognóstico do idoso usuário de prótese auditiva, a habilidade de integração binaural mostrou ter influência no desempenho do indivíduo. Pode-se inferir que quanto maior o número de informações disponíveis do sistema auditivo, tanto periférico quanto central, mais adequadas serão as orientações quanto às expectativas do uso das próteses auditivas, e se a necessidade de realizar terapia de treinamento auditivo se mostra imprescindível ou não.

## **9. CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que o redutor de ruído e o microfone direcional proporcionaram melhor desempenho no teste de fala no ruído, em idosos novos usuários de próteses auditivas, sendo que o microfone direcional mostrou um efeito ainda mais evidente quando o ruído incidiu de trás do indivíduo.

Ao investigar a autopercepção do desempenho de idosos, usuários de próteses auditivas com diferentes programações, não foi encontrada correlação entre os resultados obtidos com o uso do questionário de autopercepção do desempenho com o uso de próteses auditivas e o reconhecimento de fala na presença de ruído, com as quatro diferentes possibilidades de ajustes analisadas neste estudo.

Quanto aos aspectos que poderiam influenciar na compreensão de fala no ruído com o uso das próteses auditivas, quando fala e ruído vieram da mesma direção, a habilidade auditiva de figura-fundo para sons verbais mostrou ter influência no desempenho comunicativo do idoso. Já quando a fala incidiu de frente e o ruído de trás, o microfone direcional e este associado ao redutor de ruído possibilitaram ao indivíduo responder aos estímulos apresentados de maneira mais eficiente.



## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, J. L.; MOORE, B. C.; KUHNEL, V.; LAUNER, S. Evaluation of the noise reduction system in a commercial digital hearing aid. **Int J Audiol.**, v. 42, n. 1, p. 34–42. 2003.

AMLANI, A. M. Efficacy of directional microphone hearing aids: A meta-analytic perspective. **J Am Acad Audiol.**, v.12, n. 4, p. 202–214. 2001.

ANDERSON, S.; PARBERRY-CLARK, A.; YI, H.G.; KRAUS, N. A Neural Basis of Speech-in-Noise Perception in Older Adults. **Ear Hear.** v. 32, n. 6, p. 750-7. 2011.

AREHART, K. H.; HANSEN, J. H. L.; GALLANT, S.; KALSTEIN, L. Evaluation of an auditory masked threshold noise suppression algorithm in normal-hearing and hearing-impaired listeners. **Speech Commun.**, .v 40, n. 4, p. 575–592. 2003.

AREHART, K. H.; SOUZA, P.; BACA, R.; KATES, J. M. Working memory, age, and hearing loss: susceptibility to hearing aid distortion. **Ear Hear.**, v. 34, n. 3, p. 251-250. 2013.

AUDITEC. **Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence.** Missouri; 1997.

AURELIO, N. H. S.; BECKER, K. T.; PADILHA, C. B.; SANTOS, S. N., PETRY, T. COSTA, M. J. Limiares de reconhecimento de sentenças no silêncio em campo livre *versus* limiares tonais em fone em indivíduos com perda *auditiva coclear*. **Rev. CEFAC.**, v.10, n.3, p. 378-384. 2008.

AURIEMMO, J.; KUK, F.; LAU, C.; DORNAN, B. K.; SWEETON, S. et al. Efficacy of an adaptive directional microphone and a noise reduction system for schoolaged children. **J Ed Audiol.**, v. 15, n. 1, p. 15–27. 2009.

BELLIS, T. J.; WILBER, L. A. Effects of aging and gender on interhemispheric function. **J Speech Lang Hear Res.**, v. 44, n. 2, p. 246-263. 2001.

BENTLER, R. A. Effectiveness of directional microphones and noise reduction schemes in hearing aids: A systematic review of the evidence. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 7, p. 473–484. 2005.

BENTLER, R. A.; PALMER, C.; DITTBERNER, A. B. Hearing-in-Noise: comparison of listeners with normal and (aided) impaired hearing. **J Am Acad Audiol.**, v. 15, n. 3, p. 216-225. 2004.

BENTLER, R., WU, Y. H., KETTEL, J., HURTIG, R. Digital noise reduction: Outcomes from laboratory and field studies. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 8, p. 8447-460. 2008.

BENTLER, R.; CHIOU, L. K. Digital noise reduction: an overview. **Trends Amplif.**, v.10, n. 2, p. 67-82. 2006.

BLAMEY, P. J.; FIKET, H. J.; STEELE, B. R. Improving speech intelligibility in background noise with an adaptive directional microphone. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 7, p. 519-530. 2006.

BOYMANS, M.; DRESCHLER, W. A. Field trials a digital hearing aid with active noise reduction and dual-microphone directionality. **Audiology.**, v. 39, n. 5, p. 260-8. 2000.

BRAY, V.; NILSSON, M. Additive SNR benefits of signal processing features in a directional DSP aid. **Hear Rev.**, v. 8, n. 12, p. 48-51. 2001.

BRONS, I.; HOUBEN, R.; DRESCHLER, W. A. Perceptual effects of noise reduction with respect to personal preference, speech intelligibility, and listening effort. **Ear Hear.**, v. 34, n. 1, p. 29-41. 2013.

BRUCKI, S. M. *et al.* Sugestões para o Uso do Mini Exame do Estado Mental no Brasil. **Arq Neuropsiquiatr**; v. 61, n. 3, p. 777-81. 2003.

CHALUPPER, J.; WU, Y. H.; MEBER, J. New algorithm automatically adjusts directional system for special situations. **Hear J.**, v. 64, n. 1, p. 23-66. 2011.

CHEN, J.; BENESTY, J.; HUANG, Y.; DOCLO, S. New insights into the noise reduction Wiener filter. **IEEE Trans Audio Speech Lang Process.**, v.14, n. 4, p. 1218-1234. 2006.

CHUNG, K. Challenges in recent developments in hearing aids: speech understanding in noise, microphone technologies and noise reduction algorithms. **Trends Amplif.**, v. 8, n.1, p. 87-124. 2004.

CORD, M T.; WALDEN, B E.; SURR, R K.; DITTBERNER, A B. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. **J Am Acad Audiol.**, v.18, n. 3, p. 245-256. 2007.

CORD, M. T.; SURR, R. K.; WALDEN, B. E.; OLSON, L. Performance of directional microphone hearing aids in everyday life. **J Am Acad Audiol.**, v. 13, n. 6, p. 295-307. 2002.

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.**, v. 131, n. 6, p. 4743-4755. 2012.

COSTA, L. P.; IÓRIO, M. C. M. Próteses auditivas: avaliações objetivas e subjetivas em usuários de amplificação linear e não-linear. **Pró-Fono R. Atual. Cient**, v. 18, n. 1, p. 21-30, 2006.

COSTA, M. J. **Listas de sentenças em português**: apresentação e estratégias de aplicação na audiolgia. Santa Maria: Pallotti; 1998. P. 26-36.

COSTA, M. J., IORIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P.L. Desenvolvimento de um teste para avaliar a habilidade de reconhecer a fala no silêncio e no ruído. **Pró-Fono.**, v. 12, n. 2, p. 6-16. 2000.

COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L. Reconhecimento de fala: desenvolvimento de uma lista de sentenças em português. **Acta Awho**, v. 16, n. 4, p.164-73, 1997.

COSTA, M. J.; IÓRIO, M. C. M.; MANGABEIRA-ALBERNAZ, P. L.; CABRAL JR., E. F.; MAGNI, A. B. Desenvolvimento de um ruído com espectro de fala. **Acta Awho**, v. 17, n. 2, p. 84-9, 1998.

COSTA, M. J.; SANTOS, S. N.; LESSA, A. H., MEZZOMO, C. L. Nova proposta de cálculo do índice percentual de reconhecimento de sentenças. **CoDAS**, No prelo. 2014.

COX, R. M. Verification and what to do until your probe-mic system arrives. *Hear J.*, v. 62, n. 9, p. 10-14. 2009.

DAN, I. B.; IÓRIO, M. C. M. Dificuldade e desvantagem auditiva: estudo em idosos na adaptação de próteses auditivas. **Fono Atual.**, v.29, n. 7, p. 50-55. 2004.

DESJARDINS, J. L.; DOHERTY, K. A. The Effect of Hearing Aid Noise Reduction on Listening Effort in Hearing-Impaired Adults. **Ear Hear.**, v. 35, n. 6, p. 600-610. 2014.

DIGIOVANNI, J. J.; DAVLIN, E. A.; NAGARAJ, N.K. Effects of transient noise reduction algorithms on speech intelligibility and ratings of hearing aid users. **Am J Audiol.**, v. 20, n. 2, p. 140-150. 2011.

DILLON, H. NAL-NL1: a new procedure for fitting nonlinear hearing aids. **Hear. J.**, v. 52, n. 4, p. 10-16. 1999.

DRESCHLER, W. A.; KEIDSER, G.; CONVERY, E.; DILLON, H. Client-based adjustments of hearing aid gain: the effect of different control configurations. **Ear Hear.**, v. 29, n. 2, p. 214-222. 2008.

ELBERLING, C. About the VoiceFinder. **News from Oticon**, January. 2002.

FERREIRA, M. I. D.C.; SIGNOR, R. C. O perfil do idoso usuário de prótese auditiva: um estudo da satisfação. **Rev Fonoaudiol Bras.**, v. 4, n. 2, p. 1-2. 2006.

FRANCELIN, M. A. S.; MOTTI, T. F. G.; MORITA, I. As implicações sociais da deficiência auditiva adquirida em adultos. **Saude soc.**, v. 19, n. 1. 2010.

FRANKLIN JR, C. A.; THELIN, J. W.; NABELEK, A. K.; BURCHFIELD, S. B. The effect of speech presentation level on acceptance of background noise in listeners with normal hearing. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 2, p. 141-146. 2006.

FREYALDENHOVEN, M. C.; NABELEK, A. K.; BURCHFIELD, S. B.; THELIN JW. Acceptable noise level as a measure of directional hearing aid benefit. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 4, p. 228-236. 2005.

FREYALDENHOVEN, M. C.; PLYLER P. N.; THELIN, J. W.; NABELEK, A. K.; BURCHFIELD, S. B. The effects of venting and low-frequency gain compensation on performance in noise with directional hearing instruments. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 3, p. 168-78. 2006.

GALSTER, J. A.; PISA, J. Improving the patient experience in noise: fast-acting single-microphone noise reduction. **Starkey Hear Technol.**, p. 1-8. 2009. [www.starkey.com](http://www.starkey.com).

GNEWIKOW, D.; RICKETTS, T.; BRATT, G. W.; MUTCHLER, L. C. Real-world benefit from directional microphone hearing aids. **J Rehabil Res Dev.**, v. 346, n. 5, p. 603-618. 2009.

GOLDING, M.; CARTER, N.; MITCHELL, P.; HOOD, L. J. Prevalence of central auditory processing (CAP) abnormality in an older Australian population: the Blue Mountains Hearing Study. **J Am Acad Audiol.**, v. 15, n. 9, p. 633-642. 2004.

GOLDING, M.; MITCHELL, P.; CUPPLES, L. Risk markers for the graded severity of auditory processing abnormality in an older Australian population: the Blue Mountains Hearing Study. **J Am Acad Audiol.**, v. 16, n. 6, p. 348-356. 2005.

GORDON-SALANT S. Hearing loss and aging: New research findings and clinical implications. **J Rehab Research Dev.**; v.42, n. 4, p. 9–24. 2005.

GRANT, K. W.; ELHILALI, M.; SHAMMA, S. A.; WALDEN, B. E.; SURR, R. K.; CORD, M. T.; SUMMERS, V. An objective measure for selecting microphone modes in OMNI/DIR hearing aid circuits. **Ear Hear.**, v. 29, n. 2, p. 199-213. 2008.

HADDAD, N. **Metodologia de estudos em ciências da saúde**. 1ª ed. São Paulo: Roca; 2004.

HÄLLGREN, M.; LARSBY, B.; LYXELL, B.; ARLINGER, S. Cognitive effects in dichotic speech testing in elderly persons. **Ear Hear.**, v. 22, n. 2, p. 120-129. 2001.

HILKHUYSEN, G. L.; GAUBITCH, N.; HUCKVALE, M. Effects of noise suppression on intelligibility: experts' opinions and naive normal-hearing listeners' performance. **J Speech Lang Hear Res.**, v. 56, n. 2, p. 404-415. 2012.

HOLUBE, I.; PUDER, H.; VELDE, T. V. Dsp hearing instruments: In **Sandlin's textbook of hearing aid amplification**: technical and clinical considerations. 3ª ed. Plural Publishing: San Diego, 2014. 221-293.

HORNSBY, B. W. Y. The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. **Ear Hearing.**, v. 34, n. 5, p. 523-534. 2013.

HU, Y.; LOIZOU, P. C. A comparative intelligibility study of single-microphone noise reduction algorithms. **J Acoust Soc Am.**, v. 122, n. 3, p. 1777–1786. 2007.

HUMES, L. E.; DUBNO, J. R.; GORDON-SALANT, S.; LISTER, J. J.; Cacace, A. T.; Cruickshanks, K. J.; Gates, G. A.; Wilson, R. H.; Wingfield, A. Central Presbycusis: A Review and Evaluation of the Evidence. **J Am Acad Audiol.**, v. 23, n. 8, p. 635–666. 2012.

IWAHASHI, J. H.; JARDIM, I. S.; SIZENANDO, C. S.; BENTO, R. F. Protocolo de seleção e adaptação de prótese auditiva para indivíduos adultos e idosos. **Arq Int de Otorrinolaringol.**, v. 15, n. 2, p. 214-222. 2011.

JANSE, E. Processing of fast speech by elderly listeners. **J Acoust Soc Am.**, v. 123, n. 4, p. 2361-2373. 2009.

JIN, I. K.; KATES, J. M.; AREHART, K. H. The effect of noise envelope modulation on quality judgments of noisy speech. **J Acoust Soc Am.**, v. 132, n. 4, p. 277-283. 2012.

JOHNS, M.; BRAY, V.; NILSSON, M. Effective noise reduction. [www.audiologyonline.com](http://www.audiologyonline.com). 2003.

KATES, J.M. **Digital Hearing Aids**. Plural Publishing: San Diego, 2008.

KILLION, M.; NIQUETTE, P. What can the pure-tone audiogram tell us about a patient's SNR loss? **Hear. Journal.**, v. 53, n. 3, p.46-53, 2000.

KLEMP, E. J.; DHAR, S. Speech Perception in Noise Using Directional Microphones in Open-Canal Hearing Aids. **J Am Acad Audiol.**, v. 19, n. 7 , p. 571-578. 2008.

KUK, F.; KEENAN, D. Efficacy of a reverse cardioid directional microphone. **J. Am. Acad. Audiol.**, v. 23, n. 1, p. 64-73. 2012.

KUK, F.; KEENAN, D.; LAU, C.; LUDVIGSEN, C. Performance of a fully adaptive directional microphone to signals presented from various azimuths. **J Am Acad of Audiol.**, v. 16, n. 6, p. 333-347. 2005.

KUK, F.; KEENAN, D.; LUDVIGSEN, C. Is real-world directional benefit predictable? **Hear Rev.**, v. 11, n. 12, p. 18-24. 2004.

KUK, F.; LUDVIGSEN, C.; PALUDAN-MULLER, C. Improving hearing aid performance in noise: Challenges and strategies. **Hear J.**, v. 55, n. 4, p. 34-46. 2002.

LARSBY, B.; HÄLLGREN, M.; LYXELL, B. The interference of different background noises on speech processing in elderly hearing impaired subjects. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 2, p. 83-90. 2008.

LATZEL, M.; KIESSLING, J.; MARGOLF-HACKL, S. Optimizing noise suppression and comfort in hearing instruments. **Hear Ver.**, v. 10, n. 3, p. 76-82. 2003.

LEVITT, H. Noise reduction in hearing aids: A review. **J Rehab Res Dev.**, v. 38, n. 1, p. 111-121. 2001.

LEVITT, H.; RABINER, L. R. Use of a sequential strategy in intelligibility testing. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 42, p. 609-12, 1967.

LIPORACI, F. D.; FROTA, S. M. M. C. Envelhecimento e ordenação temporal auditiva. **Rev. CEFAC.**, v. 12, n. 5, p. 741-748. 2010.

LLOYD, L.L.; KAPLAN, H. **Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry**. Baltimore: University Park Press, 1978.

LOIZOU, P. C.; KIM, G. Reasons why current speech-enhancement algorithms do not improve speech intelligibility and suggested solutions. **IEEE Trans Audio Speech Lang Process.**, v. 19, n. 1, p. 46-56. 2011.

LOWERY, K. J.; PLYLER, P. N. The effects of noise reduction technologies on the acceptance of background noise. **J Am Acad Audiol.**, v. 24, n. 8, p. 649-659. 2013.

LURQUIN, P.; DELACRESSONNIERE, C.; MAY, A. Examination of a multi-band noise cancellation system. **Hear Rev.**, v. 8, n. 1, p. 48-54. 2001.

LUTS, H., ENEMAN, K., WOUTERS, J., SCHULTE, M., VORMANN, *et al.* Multicenter evaluation of signal enhancement algorithms for hearing aids. **J Acoust Soc Am.**, v. 127, n.1, p. 1491–1505. 2010.

MARTIN, J. S.; JERGER, J. F. SOME effects of aging on central auditory processing. **J Rehabil Res Dev.**, v. 42, n. 4, p 25-44. 2005.

MCCREERY, R. W.; VENEDIKTOV, R. A.; COLEMAN, J. J.; LEECH, H. M. An evidence-based systematic review of directional microphones and digital noise

reduction hearing aids in school-age children with hearing loss. **Am J Audiol.**, v. 21, n. 2, p. 295-312. 2012.

MEISTER, H.; WALGER, M.; BREHMER, D.; WEDE, U.; WEDEL, H. The relationship between pre-fitting expectations and willingness to use hearing aids. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 4, p. 153-9. 2008.

MUELLER, H. G. A candid round-table discussion on modern digital hearing aid and their features. **Hear J.**, v. 55, n. 1, p. 23-35. 2002.

MUELLER, H. G.; RICKETTS, T. A. Digital noise reduction: much ado about something? **Hear J.**, v. 58, n. 1, p. 10-17. 2005.

MUSIEK, F. E.; BARAN, J. A. Amplification and the central auditory nervous system. In: VALENTE, M. **Hearing aids: standards, options and limitations**. New York: Thieme Medical; 1996.

MUSIEK, F. E.; BARAN, J. A.; PINHEIRO, M. L. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. **Audiol.**, v. 29, n. 6, p. 304-313. 1990.

NATALIZIA, A.; CASALE, M.; GUGLIELMELLI, E.; RINALDI, V.; BRESSI, F.; SALVINELLI F,. An overview of hearing impairment in older adults: perspectives for rehabilitation with hearing aids. **Euro Rev Med Pharm Scien.**, v. 14, n. 3, p. 223-29.

NATARAJAN, A.; HANSEN, J.; AREHART, K.; ROSSI-KATZ, J. An auditory-masking-threshold-based noise suppression algorithm GMMSE-AMT[ERB] for listeners with sensorineural hearing loss. **EURASIP J. Appl Signal Proc.**, v. 18, n.1, p. 2938–2953. 2005.

NORDRUM, S.; ERLER, S.; GARSTECKI, D.; DHAR, D. Comparison of performance on the hearing in noise test using directional microphones and digital noise reduction algorithms. **Am J of Audiol.**, v. 15, n. 1, p. 81-91. 2006.

OLSEN, H .L.; HAGERMAN, B. Directivity of different hearing aid microphone locations. **Int J Audiol.**, v. 14, n. 1, p. 48-56. 2002.

OLSON, L.; IOANNOU, M.; T. D. TRINE. Appraising an automatic directional device in real-world environments. **Hear J.**, v. 57, n. 6, p. 32-38. 2004.



PALMER, C.V.; BENTLER, R.; MUELLER, H.G. Amplification with digital noise reduction and the perception of annoying and aversive sounds. **Trends Amplif.**, v. 5, n. 4, p. 139-176. 2006.

PARRA, V. M.; IORIO, M. C. M.; MIZAHÍ, M. M.; BARALDI, G. S. Testes de padrão de frequência e de duração em idosos com sensibilidade auditiva normal. **Rev Bras Otorrinolaringol.**, v.70, n.4, p. 517-523. 2004.

PEETERS, H.; KUK, F.; LAU, C.; KEENAN, D. Subjective and objective evaluation of noise management algorithms. **J Am Acad Audiol.**, v. 20, n. 2, p. 89–98. 2009.

PEREIRA, L. D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais**. In Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Pro fono, Barueri 2011. 3-17.

PERRELLA, A. C. M.; BRANCO-BARREIRO, F. C. A. Avaliação da função auditiva central em idosos e suas contribuições para a adaptação de próteses auditivas. **Dist Com.**, v. 17, n. 3, p. 333-346. 2005.

POWERS, T. A.; HOLUBE, I.; WESSELKAMP, M. The use of digital features to combat background noise. **High Perform Hear Soluc.**, v. 3, n.1, p. 36-9. 1999.

POWERS, T.; HAMACHER, V. Proving adaptive directional technology works: A review of studies. **Hear Rev.**, v. 11, n. 4, p. 46-49. 2004.

POWERS, T.A.; HAMACHER, V. Three-microphone instrument is designed to extend benefits of directionality. **Hear J.**, v. 55, n. 10, p. 38-45. 2002.

PUMFORD, J. M.; SEEWALD, R. C.; SCOLLIE, S. D.; JENSTAD, L. M. Speech recognition with in-the-ear and behind-the-ear dual-microphone hearing instruments. **J Am Acad Audiol.**, v. 11, n. 1, p. 23-35. 2000.

QUINTERO, S. M.; MAROTTA, R. M.; MARONE, S. A. Avaliação do processamento auditivo de indivíduos idosos com e sem presbiacusia por meio do teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica – SSW. **Rev Bras Otorrinolaringol.**, v. 68, n. 5, p. 28-33. 2002.

QUINTINO, C. A.; MONDELLI, M. F. C. G.; FERRARI, D. V. Directivity and noise reduction in hearing aids: speech perception and benefit. **Braz J Otorhinolaryngol.**, v. 76, n. 5, p. 630-38. 2010.

RICKETTS, T. A. Directional hearing aids. **Trends Amplif.**, v. 5, n. 4, p.13393-176. 2001.

RICKETTS, T. A.; GALSTER, J. Head angle and elevation in classroom environments: implications for amplification. **J Speech Lang Hear Res.**, v. 51, n. 2, p. 516-525. 2008.

RICKETTS, T. A.; HENRY, P. Evaluation of na adaptive directional-microphone hearing AID. **Int J Audiol.**, v. 41, n. 1, p. 100-112. 2002.

RICKETTS, T. A.; HORNSBY, B. W. Sound quality measures for speech in noise through a commercial hearing aid implementing digital noise reduction. **J Am Acad Audiol.**, v.16, n. 5, p.270–277. 2005.

RICKETTS, T. A.; PICOU, E. M. Speech recognition for bilaterally asymmetric and symmetric hearing aid microphone modes in simulated classroom environments. **Ear Hear.**, v. 34, n. 5, p. 601-609. 2013.

RICKETTS, T.; GALSTER, J.; THARPE, A. M. Directional benefit in simulated classroom environments. **Am J Audiol.**, v. 16, n. 2, p. 130–143. 2007.

RICKETTS, T.; HENRY, P.; GNEWIKOW, D. Full time directional versus user selectable microphone modes in hearing aids. **Ear Hear.**, v. 24, n. 5, p. 424-439. 2003.

RYCHTÁRIKOVÁ, M.; BOGAERT, T. V. D.; VERMEIR, G.;d, WOUTERS, J. Perceptual validation of virtual room acoustics sound localization. **Appl Acoust.**, v. 72, n. 1, p. 196–204. 2011.

SANDLIN, R. E. Processamento digital de sinais nas próteses auditivas. In: Almeida K, Iório MCM. **Próteses auditivas**: fundamentos teóricos e aplicações clínicas. São Paulo: Lovise. 2003, cap. 7, p.151-187.

SANTOS, S. N.; PETRY, T.; COSTA, M. J. Índice percentual de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído: efeitos da aclimatização no indivíduo avaliado sem as próteses auditivas. **Rev CEFAC.**, v. 12, n. 5, p. 733-40. 2010.

SARAMPALIS, A.; KALLURI, S.; EDWARDS, B.; HAETER, E. Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. **J Speech Lang Hear Res.**, v. 52, n. 5, p. 1230-1240. 2009.

SCHNEIDER, B. A.; LI, L.; DANEMAN, M. How competing speech interferes with speech comprehension in everyday listening situations. **J Am Acad Audiol.**, v. 18, n. 7, p. 559-3572. 2007.

SCHUM, D. Noise-reduction circuitry in hearingaids: Goals and current strategies. **Hear J.**, v. 56, n. 6, p. 32- 40. 2003.

SILMAN, S.; SILVERMAN, C. A. Basic audiologic testing. In: SILMAN, S.; SILVERMAN, C. A. **Auditory diagnosis: principles and applications**. Singular Publishing Group: San Diego; 1997. p. 44-52.

SOUZA, P.E.; BOIKE, K. T., WITHERELL K, TREMBLAY, K. Prediction of speech recognition from audibility in older listeners with hearing loss: effects of age, amplification, and background noise. **J Am Acad Audiol.**, v. 18, n. 1, p. 54-65. 2007.

SOUZA, P. E.; KITCH, V. The contribution of amplitude envelope cues to sentence identification in young and aged listeners. **Ear Hear.**, v. 22, n. 2, p. 112-119. 2001.

STACH B. Hearing aid amplification and central auditory disorders. In Sandlin RE. **Textbook of hearing aid amplification** – 2nd edition, San Diego: Singular Publishing Group; 2000, P. 607-41.

SUMMERS, V.; GRANT, K. W.; WALDEN, B. E.; CORD, M. T.; SURR, R. K.; ELHILALI, M. Evaluation of a "direct-comparison" approach to automatic switching in omnidirectional/directional hearing aids. **J Am Acad Audiol.**, v. 19, n. 9, p. 708-20. 2008.

SURR, R. K.; WALDEN, B. R.; CORD, M. T., OLSON, L. Influence of enviromental factors on hearing aid microphone preference. **J Am Acad Audiol.**, v. 13, n. 6, p. 308-322. 2002.

TAKAHASHI, G.; MARTINEZ, C. D.; BEAMER, S.; BRIDGES, J.; NOFFSINGER, D.; SUGIURA, K.; BRATT, G. W.; WILLIAMS, D. W. Subjective measures of hearing aid benefit and satisfaction in the NIDCD/VA follow-up study. **J Am Acad Audiol.**, v. 18, n. 4, p. 323-49. 2007.

TEIXEIRA, A. R.; ALMEIDA, L. G.; JOTZ, G. P.; BARBA, M. C. Qualidade de vida de adultos e idosos pós adaptação de próteses auditivas. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.**, v. 13, n 4, p. 357-61. 2008.

TELLIER, N.; ARNDT, H.; LUO, H. Speech or noise? Using signal detection and noise reduction. **Hear Rev.**, v. 10, n. 5, p. 48-51. 2003.

TOMPSON, S. Tutorial on microphone technologies for directional hearing AIDS. **Hear J.**, v. 56, n. 11, p. 14-21. 2003.

TREMBLAY, K. I.; PISKOSZ, M.; SOUZA, P. Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. **Clin Neurophysiol.**; v. 114, n. 7, p. 1332–1343. 2003.

TREMBLAY, K. L.; PISKOSZ, M.; SOUZA, P. Aging alters the neural representation of speech cues. **Neuroreport**, v. 13, n. 15, p. 1865-1870. 2002.

TRINE, T. D., VAN TASELL, D. Digital hearing aid design: Fact vs. Fantasy. **Hear J.**, v. 55, n. 2, p. 36–38, 40–42. 2002.

TUN, P. A.; O'KANE, G.; WINGFIELD, A. Distraction by competing speech in young and older adult listeners. **Psychol Aging.**, v. 17, n. 3, p. 453-467. 2002.

VALENTE, M. Guidelines for the Audiologic Management of Adult Hearing Impairment. **Audiol Today.**, v.18, n. 5, p.1-44. 2006.

VALENTE, M.; MISPAGEL, K. M. Unaided and aided performance with a directional open-fit hearing aid. **Int J Audiol.**, v. 47, n. 6, p. 329-36. 2008.

VAN DEN BOGAERT, T.; DOCLO, S.; WOUTERS, J.; MOONEN. M. The effect of multimicrophone noise reduction systems on sound source localization by users of binaural hearing aids. **J Acoust Soc Am.**, v. 124, n. 1, p. 484-497. 2008.

WALDEN, B.; SURR, R., CORD, M., EDWARDS, B., OLSON, L. Comparison of benefits provided by different hearing aid technologies. **J Am Acad Audiol.**, v. 11, n.10, p. 540-560. 2000.

WALTON, J. P.; SIMON, H.; FRISINA, R. D. Age-related alterations in the neural coding of envelope periodicities. **J Neurophysiol.** v. 88, n. 2, p. 565-578. 2002.

World Health Organization. Deafness and hearing loss. Geneva, 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>>.

WOODS, W. S.; MERKS, I.; ZHANG, T.; FITZ, K.; EDWARDS, B. Assessing the benefit of adaptive null-steering using real-world signals. **Int J Audiol.**, v. 49, n. 6, p. 434-443. 2010.

WU, Q. Gaining new insights about directional hearing aid performance. **Audiology Online.**, 2013. <http://www.audiologyonline.com>

WU, Y. H.; BENTLER, R. A. Clinical measures of hearing aid directivity: assumption, accuracy, and reliability. **Ear Hear.**, v. 33, n. 1, p. 44-56. 2012.

WU, Y. H.; STANGL, E.; BENTLER, R. A.; STANZIOLA, R. W. The effect of hearing aid technologies on listening in an automobile. **J Am Acad Audiol.**, v. 24, n. 6, p.474-485. 2013.

WU, Y.H.; BENTLER, R. A. The influence of audiovisual ceiling performance on the relationship between reverberation and directional benefit: perception and prediction. **Ear Hear.**, v. 55, n. 5, p. 604-6014. 2012.

WU, Y. H.; BENTLER, R. A. Use of directional microphone technologies to improve user performance in noise. In: **Sandlin's textbook of hearing aid amplification: technical and clinical considerations**. 3<sup>a</sup> ed. Plural Publishing: San Diego, 2014. p. 187-220.

WU, Y. H. Effect of age on directional microphone hearing aid benefit and preference. **J Am Acad Audiol.**, v. 21, n. 2, p. 78-89. 2010.


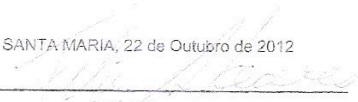
YUEH, B.; SHAPIRO, N.; MACLEAN, C. H.; SHEKELLE, P. G. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Scientific review. **J Am Med Assoc.**, v. 269, n. 15, p. 1976–1985. 2003.

YUEN, K. C. P.; KAM, A. C. S.; LAU, P. S. H. Comparative performance of an adaptive directional microphone system and a multichannel noise reduction system. **J Am Acad Audiol.**, v. 17, n. 4, p. 241-252. 2006.

ZAKIS, J. A.; HAU, J.; BLAMEY, P. J. Environmental noise reduction configuration: Effects on preferences, satisfaction, and speech understanding. **Int J Audiol.**, v. 48, n. 12, p. 853-867. 2009.

## 11. ANEXOS

### 11.1 Anexo A – Carta de Aprovação do Comitê de Ética

<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E</p> 
<b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b>
<b>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</b>
Título da Pesquisa: DISTÚRBIOS DE AUDIÇÃO: AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO
Pesquisador: Maristela Julio Costa
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 05765712.3.0000.5346
Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e
<b>DADOS DO PARECER</b>
Número do Parecer: 127.520
Data da Relatoria: 22/10/2012
<b>Objetivo da Pesquisa:</b>
Avaliar indivíduos com queixas audiológicas, a fim de identificar possíveis candidatos ou usuários de próteses auditivas durante e após o processo de adaptação.
<b>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</b>
os riscos da pesquisa estão adequadamente identificados bem como os benefícios
<b>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:</b>
a pesquisa em sua nova versão pode ser aprovada
<b>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:</b>
adequados
<b>Recomendações:</b>
<b>Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:</b>
aprovar o projeto em sua nova versão
<b>Situação do Parecer:</b>
Aprovado
<b>Necessita Apreciação da CONEP:</b>
Não
<b>Considerações Finais a critério do CEP:</b>
SANTA MARIA, 22 de Outubro de 2012

Assinado por: Félix Alexandre Antunes Soares (Coordenador)
Endereço: Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 7º andar Bairro: Cidade Universitária - Camobi CEP: 97.105-900 UF: RS Município: SANTA MARIA Telefone: 5532-2083 Fax: 5532-2080 E-mail: comiteeticaposquisa@mail.ufsm.br

## 11.2 Anexo B – Teste Listas de Sentenças em Português

### LISTA 1A

1. Não posso perder o ônibus.
2. Vamos tomar um cafezinho.
3. Preciso ir ao médico.
4. A porta da frente está aberta.
5. A comida tinha muito sal.
6. Cheguei atrasado para a reunião.
7. Vamos conversar lá na sala.
8. Depois liga pra mim.
9. Esqueci de pagar a conta.
10. Os preços subiram ontem.
11. O jantar está na mesa.
12. As crianças estão brincando.
13. Choveu muito neste fim de semana.
14. Estou morrendo de saudade.
15. Olhe bem ao atravessar a rua.
16. Preciso pensar com calma.
17. Guardei o livro na primeira gaveta.
18. Hoje é meu dia de sorte.
19. O sol está muito quente.
20. Sua mãe acabou de sair de carro.
21. Ela vai viajar nas férias.
22. Não quero perder o avião.
23. Eu não conheci sua filha.
24. Ele precisa esperar na fila.
25. O banco fechou sua conta.

### LISTA 1B

1. O avião já está atrasado.
2. O preço da roupa não subiu.
3. O jantar da sua mãe estava bom.
4. Esqueci de ir ao banco.
5. Ganhei um carro azul lindo.
6. Ela não está com muita pressa.
7. Avisei seu filho agora.
8. Tem que esperar na fila.
9. Elas foram almoçar mais tarde.
10. Não pude chegar na hora.

### LISTA 2B

1. Acabei de passar um cafezinho.
2. A bolsa está dentro do carro.
3. Hoje não é meu dia de folga.
4. Encontrei seu irmão na rua.
5. Elas viajaram de avião.
6. Seu trabalho estará pronto amanhã.
7. Ainda não está na hora.
8. Parece que agora vai chover.
9. Esqueci de comprar os pães.
10. Ouvei uma música linda.

### LISTA 3B

1. Ela acabou de bater o carro.
2. É perigoso andar nessa rua.
3. Não posso dizer nada.
4. A chuva foi muito forte.
5. Os preços subiram na segunda.
6. Esqueci de levar a bolsa.
7. Os pães estavam quentes.
8. Elas já alugaram uma casa na praia.
9. Meu irmão viajou de manhã.
10. Não encontrei meu filho.

### LISTA 4B

1. Sua mãe pôs o carro na garagem.
2. O aluno quer assistir ao filme.
3. Ainda não pensei no que fazer.
4. Essa estrada é perigosa.
5. Não paguei a conta do bar.
6. Meu filho está ouvindo música.
7. A chuva inundou a rua.
8. Amanhã não posso almoçar.
9. Ela viaja em dezembro.
10. Você teve muita sorte.

### LISTA 5B

1. Depois, a gente conversa.
2. Ela acabou de servir o almoço.
3. Esta carta chegou ontem.
4. Preciso terminar o meu trabalho.
5. Não posso esquecer da mala.
6. A rua estava muito escura.
7. A data do exame foi adiada.
8. Elas alugaram um carro no verão.
9. Minha viagem foi ótima.
10. Eles foram comprar pães.

### LISTA 6B

1. Vou viajar as nove da manhã.
2. Meu irmão bateu o carro ontem.
3. Prometi a ele não contar o segredo.
4. Cheguei atrasada na aula.
5. Esta rua é perigosa.
6. Esqueci da bolsa na sua mesa.
7. Ela comprou os últimos pães.
8. A casa de campo já foi alugada.
9. Os preços não devem subir.
10. Não falei com sua filha.



## 12. APÊNDICES

### 12.1 Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Vimos por meio deste, solicitar a sua participação em uma pesquisa científica na área da audição. A pesquisa será realizada pela Fonoaudióloga Sinéia Neujahr dos Santos, com supervisão e orientação da Doutora Fonoaudióloga Maristela Julio Costa, professora da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

O trabalho intitulado “Microfone direcional e redutor de ruído: efeitos no reconhecimento de fala no ruído” tem como objetivo verificar a eficácia do redutor de ruído e o microfone direcional, presente nas próteses auditivas, na compreensão de fala no ruído.

A pesquisa será realizada no Laboratório de Próteses Auditivas do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF) da UFSM, localizado na Rua Floriano Peixoto, 1750, 7º andar, Santa Maria – RS.

Os procedimentos realizados serão os seguintes: entrevista, verificação das condições do conduto auditivo externo, avaliação da audição com diferentes sons em forma de apitos, assim como com palavras e frases, que serão apresentadas as vezes no silêncio, as vezes com um barulho parecido com som de chuva, e finalmente um questionário para saber se as próteses auditivas estão ajudando a ouvir melhor e se o Sr(a) está satisfeito com próteses auditivas.

Os riscos mínimos previsíveis durante a execução dos procedimentos desta pesquisa foram controlados. Mesmo assim, será assegurado o desligamento do estudo a qualquer momento, sem problema ou constrangimento. Esclarecimentos sobre os objetivos, procedimentos, validade e qualquer outro aspecto relativo a este trabalho, podem ser fornecidos a qualquer momento. Serão garantidos sigilo e privacidade das informações referentes à identidade, ou seja, em nenhuma hipótese será citado o nome dos indivíduos avaliados. As informações serão mantidas no Laboratório de Próteses Auditivas, no 7º andar do prédio de apoio da UFSM, na Rua Floriano Peixoto, 1750, sob a responsabilidade da Fgª. Profª. Dra Maristela Julio Costa.

A examinadora estará à disposição para esclarecimentos de qualquer natureza pelo telefone 3220-9234.

Dessa forma, eu \_\_\_\_\_,

RG \_\_\_\_\_, abaixo assinado, declaro que após a leitura deste documento estou de acordo em participar desta pesquisa, concordando com a coleta de dados e os disponibilizando para fins científicos, sob responsabilidade da Fonoaudióloga Sinéia Neujahr dos Santos, CRFa 8985-RS.

Santa Maria, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

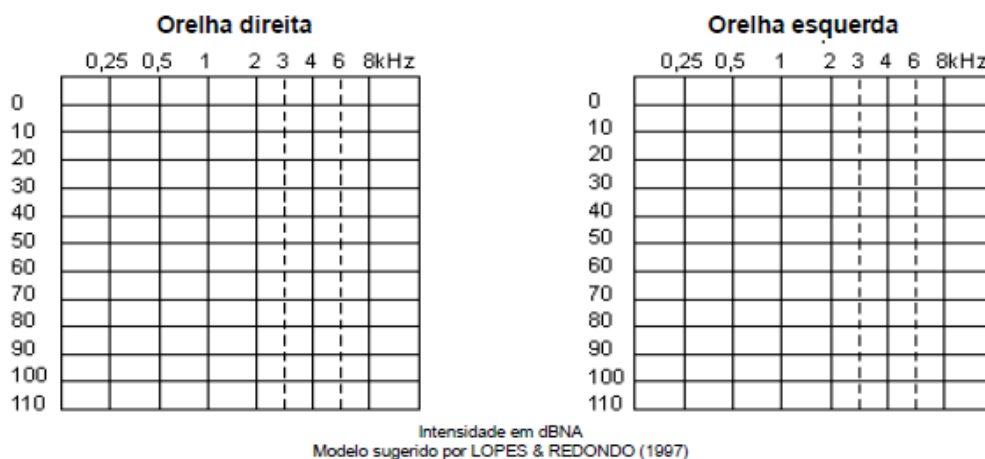
Assinatura \_\_\_\_\_

## 12.2 Apêndice B – Protocolo Avaliação da Audição

Nome: \_\_\_\_\_ Gênero: ( )M ( )F  
 Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_  
 Data da Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

1. MEATOSCOPIA OD: \_\_\_\_\_ OE: \_\_\_\_\_

### 2. AUDIOMETRIA TONAL LIMINAR



### 3. LOGOaudiometria

LRF: _____ dB	LRF: _____ dB
IPRF: _____ dB _____ %	IPRF: _____ dB _____ %
NMC: _____ dB	NMC: _____ dB
ND: _____ dB	ND: _____ dB

### 4. IMITANCIOMETRIA

Timpanometria					Reflexo Estapediano								
					Sonda	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz				
					Contra	OD	OE						
					Ipsi	OD	OD						
					Contra	OE	OD						
					Ipsi	OE	OE						
								Ref	Dif	Ref	Dif	Ref	Dif

5. ACUMETRIA		
	Weber	Rinne
512 Hz		
1024 Hz		

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 12.3 Apêndice C – Protocolo Anamnese

Nome: \_\_\_\_\_ DN: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Idade: \_\_\_  
 Profissão: \_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_  
 Telefones: \_\_\_\_\_ Nº da pasta: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Escolaridade: Ensino Fundamental  Completo  Incompleto

Ensino Médio  Completo  Incompleto

Ensino Superior  Completo  Incompleto

Anos de estudo: \_\_\_\_\_

Dificuldade auditiva?  OD  OE  AO

Há quanto tempo?  6 meses  6 meses – 1 ano  1 ano – 5 anos  5 anos – 10 anos  
 10 anos ou mais

Zumbido?  Nunca  Esporadicamente  Frequentemente  Diariamente  
 OD  OE  AO

Desconforto a sons intensos?  Sim  Não

Dificuldade para ouvir em ambiente silencioso?  Nunca  Às vezes  Sempre

Dificuldade para ouvir em ambiente ruidoso?  Nunca  Às vezes  Sempre

Dificuldade para compreender a conversação?  Nunca  Às vezes  Sempre

Antecedentes otológicos: \_\_\_\_\_

Está/esteve exposto a ambientes ruidosos?  Não  Sim/quantas horas diárias? \_\_\_\_\_

Antecedentes familiares de perda auditiva?  Não  Sim/quem? \_\_\_\_\_

Algum problema de saúde? \_\_\_\_\_

Uso de medicação contínua?  Não  Sim/para: \_\_\_\_\_

Mora sozinho?  Sim  Não/com quem? \_\_\_\_\_

Atividades diárias: \_\_\_\_\_

## 12.4 Apêndice D – Protocolo Mini Exame de Estado Mental

Nome: \_\_\_\_\_ Pasta: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_

Data da Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

### Orientação Temporal ( \_\_/5)

- |                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1) Dia da Semana (1 ponto)   | ( ) |
| 2) Dia do Mês (1 ponto)      | ( ) |
| 3) Mês (1 ponto)             | ( ) |
| 4) Ano (1 ponto)             | ( ) |
| 5) Hora aproximada (1 ponto) | ( ) |

### Orientação Espacial ( \_\_/5)

- |  |     |
|--|-----|
| 1) Local específico (andar ou setor) (1 ponto)           | ( ) |
| 2) Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto) | ( ) |
| 3) Bairro ou rua próxima (1 ponto)                       | ( ) |
| 4) Cidade (1 ponto)                                      | ( ) |
| 5) Estado (1 ponto)                                      | ( ) |

### Memória Imediata ( \_\_/3)

Fale três palavras não relacionadas. Posteriormente pergunte ao paciente pelas 3 palavras. Dê 1 ponto para cada resposta correta. ( )

Depois repita as palavras e certifique-se de que o paciente as aprendeu, pois mais adiante você irá perguntá-las novamente.

### Atenção e Cálculo ( \_\_/5)

100-7 sucessivos, 5 vezes sucessivamente (93,86,79,72,65)  
(1 ponto para cada cálculo correto) ( )

### Evocação ( \_\_/3)

Pergunte pelas três palavras ditas anteriormente  
(1 ponto por palavra) ( )

### Linguagem ( \_\_/9)

- |   |                |
|---|----------------|
| 1) Nomear: um relógio e uma caneta (2 pontos)                                     | ( )            |
| 2) Repetir: “nem aqui, nem ali, nem lá” (1 ponto)                                 | ( )            |
| 3) Comando: “pegue este papel com a mão direita, dobre ao meio e coloque no chão” | ( ) (3 pontos) |
| 4) Ler e obedecer: “feche os olhos” (1 ponto)                                     | ( )            |
| 5) Escrever uma frase (1 ponto)   | ( )            |
| 6) Copiar um desenho (1 ponto)  | ( )            |

Score final: ( \_\_ / 30)

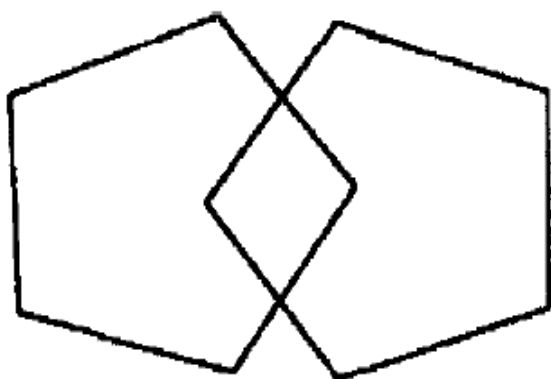
---



---

Frase:

Cópia:



FECHE OS OLHOS

### 11.5 Apêndice E – Protocolo Teste Dicótico de Dígitos

Nome: \_\_\_\_\_ Gênero: ( )M ( )F  
 Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_  
 Data da Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

	Integração				Atenção à Direita				Atenção à Esquerda			
	OD		OE		OD		OE		OD		OE	
01	5	4	8	7	5	4	8	7	5	4	8	7
02	4	8	9	7	4	8	9	7	4	8	9	7
03	5	9	8	4	5	9	8	4	5	9	8	4
04	7	4	5	9	7	4	5	9	7	4	5	9
05	9	8	7	5	9	8	7	5	9	8	7	5
06	5	7	9	5	5	7	9	5	5	7	9	5
07	5	8	9	4	5	8	9	4	5	8	9	4
08	4	5	8	9	4	5	8	9	4	5	8	9
09	4	9	7	8	4	9	7	8	4	9	7	8
10	9	5	4	8	9	5	4	8	9	5	4	8
11	4	7	8	5	4	7	8	5	4	7	8	5
12	8	5	4	7	8	5	4	7	8	5	4	7
13	8	9	7	4	8	9	7	4	8	9	7	4
14	7	9	5	8	7	9	5	8	7	9	5	8
15	9	7	4	5	9	7	4	5	9	7	4	5
16	7	8	5	4	7	8	5	4	7	8	5	4
17	7	5	9	8	7	5	9	8	7	5	9	8
18	8	7	4	9	8	7	4	9	8	7	4	9
19	9	8	5	7	9	8	5	7	9	8	5	7
20	8	4	7	9	8	4	7	9	8	4	7	9
	OD		OE		OD		OE		OD		OE	
01	5	4	8	7	5	4	8	7	5	4	8	7
02	4	8	9	7	4	8	9	7	4	8	9	7
03	5	9	8	4	5	9	8	4	5	9	8	4
04	7	4	5	9	7	4	5	9	7	4	5	9
05	9	8	7	5	9	8	7	5	9	8	7	5
06	5	7	9	5	5	7	9	5	5	7	9	5
07	5	8	9	4	5	8	9	4	5	8	9	4
08	4	5	8	9	4	5	8	9	4	5	8	9
09	4	9	7	8	4	9	7	8	4	9	7	8
10	9	5	4	8	9	5	4	8	9	5	4	8
11	4	7	8	5	4	7	8	5	4	7	8	5
12	8	5	4	7	8	5	4	7	8	5	4	7
13	8	9	7	4	8	9	7	4	8	9	7	4
14	7	9	5	8	7	9	5	8	7	9	5	8
15	9	7	4	5	9	7	4	5	9	7	4	5
16	7	8	5	4	7	8	5	4	7	8	5	4
17	7	5	9	8	7	5	9	8	7	5	9	8
18	8	7	4	9	8	7	4	9	8	7	4	9
19	9	8	5	7	9	8	5	7	9	8	5	7
20	8	4	7	9	8	4	7	9	8	4	7	9

### 11.6 Apêndice F – Protocolo Teste Padrão de Duração

Nome: \_\_\_\_\_ Gênero: ( )M ( )F

Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_

Data da Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Examinador: \_\_\_\_\_

MURMURADO			NOMEADO		
1	CCL		1	LLC	
2	CLL		2	LLC	
3	LCL		3	CCL	
4	LCC		4	LCL	
5	LCC		5	LCC	
6	LLC		6	CLC	
7	LLC		7	CLC	
8	CLC		8	CLL	
9	CCL		9	CCL	
10	LCC		10	LCC	
11	CLL		11	LLC	
12	LCL		12	CLL	
13	CCL		13	CLL	
14	CCL		14	LCL	
15	CLC		15	CLC	
16	LCL		16	LCC	
17	LCC		17	LLC	
18	LLC		18	CLL	
19	CLC		19	CLL	
20	LLC		20	LCL	
21	CLC		21	CCL	
22	LLC		22	CLL	
23	CCL		23	LLC	
24	CLC		24	LCL	
25	CCL		25	LCL	
26	CLC		26	CLL	
27	CLC		27	CLL	
28	LCL		28	LCC	
29	LCC		29	LCC	
30	CCL		30	LCL	





Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Idade: \_\_\_ a Examinador: \_\_\_\_\_

LISTA 1B	Data:	SP ( ) CP ( )	LISTA 4B	Data:	SP ( ) CP ( )
Medida:	Velocidade:	CL ( ) Fone ( )	Medida:	Velocidade:	CL ( ) Fone ( )
Intensidade: Fala:	dB	Ruído: dB	Intensidade: Fala:	dB	Ruído: dB
1. O avião já está atrasado.	1 2 1 2 2	( )	1. Sua mãe pôs o carro na garagem.	1 2 2 1 2 1 2	( )
2. O preço da roupa não subiu.	1 2 1 2 2 2	( )	2. O aluno quer assistir o filme.	1 2 2 2 1 2	( )
3. O jantar da sua mãe estava bom.	1 2 1 1 2 2 2	( )	3. Ainda não pensei no que fazer.	2 2 2 1 1 2	( )
4. Esqueci de ir ao banco.	2 1 2 1 2	( )	4. Essa estrada é perigosa.	1 2 2 2	( )
5. Ganhei um carro azul lindo.	2 2 2 2 2	( )	5. Não paguei a conta do bar.	2 2 1 2 1 2	( )
6. Ela não está com muita pressa.	1 2 2 1 2 2	( )	6. Meu filho está ouvindo música.	1 2 2 2 2	( )
7. Avisei seu filho agora.	2 1 2 2	( )	7. A chuva inundou a rua.	1 2 2 1 2	( )
8. Tem que esperar na fila.	2 1 2 1 2	( )	8. Amanhã não posso almoçar.	2 2 2 2	( )
9. Elas foram almoçar mais tarde.	1 2 2 2 2	( )	9. Ela viaja em dezembro.	1 2 1 2	( )
10. Não pude chegar na hora.	2 2 2 1 2	( )	10. Você teve muita sorte.	1 2 2 2	( )
90 PONTOS	1 PONTO = 1,11 %	RESULTADO = %	86 PONTOS	1 PONTO = 1,16 %	RESULTADO = %
LISTA 2B	Data:	SP ( ) CP ( )	LISTA 5B	Data:	SP ( ) CP ( )
Medida:	Velocidade:	CL ( ) Fone ( )	Medida:	Velocidade:	CL ( ) Fone ( )
Intensidade: Fala:	dB	Ruído: dB	Intensidade: Fala:	dB	Ruído: dB
1. Acabei de passar um cafezinho.	2 1 2 2 2	( )	1. Depois a gente conversa.	2 1 2 2	( )
2. A bolsa está dentro do carro.	1 2 2 2 1 2	( )	2. Ela acabou de servir o almoço.	1 2 1 2 1 2	( )
3. Hoje não é meu dia de folga.	2 2 2 1 2 1 2	( )	3. Esta carta chegou ontem.	1 2 2 2	( )
4. Encontrei seu irmão na rua.	2 1 2 1 2	( )	4. Preciso terminar o meu trabalho.	2 2 1 1 2	( )
5. Elas viajaram de avião.	1 2 1 2	( )	5. Não posso esquecer da mala.	2 2 2 1 2	( )
6. Seu trabalho estará pronto amanhã.	1 2 2 2 2	( )	6. A rua estava muito escura.	1 2 2 2 2	( )
7. Ainda não está na hora.	2 2 2 1 2	( )	7. A data do exame foi adiada.	1 2 1 2 2 2	( )
8. Parece que agora vai chover.	2 1 2 2 2	( )	8. Elas alugaram um carro no verão.	1 2 2 2 1 2	( )
9. Esqueci de comprar os pães.	2 1 2 1 2	( )	9. Minha viagem foi ótima.	1 2 2 2	( )
10. Ovi uma música linda.	2 2 2 2	( )	10. Eles foram comprar pães.	1 2 2 2	( )
88 PONTOS	1 PONTO = 1,13 %	RESULTADO = %	83 PONTOS	1 PONTO = 1,20 %	RESULTADO = %
LISTA 3B	Data:	SP ( ) CP ( )	LISTA 6B	Data:	SP ( ) CP ( )
Medida:	Velocidade:	CL ( ) Fone ( )	Medida:	Velocidade:	CL ( ) Fone ( )
Intensidade: Fala:	dB	Ruído: dB	Intensidade: Fala:	dB	Ruído: dB
1. Ela acabou de bater o carro.	1 2 1 2 1 2	( )	1. Vou viajar as nove da manhã.	2 2 1 2 1 2	( )
2. É perigoso andar nessa rua.	2 2 2 1 2	( )	2. Meu irmão bateu o carro ontem.	1 2 2 1 2 2	( )
3. Não posso dizer nada.	2 2 2 2	( )	3. Prometi a ele não contar o segredo.	2 1 1 2 2 1 2	( )
4. A chuva foi muito forte.	1 2 2 2 2	( )	4. Cheguei atrasada na aula.	2 2 1 2	( )
5. Os preços subiram na segunda.	1 2 2 1 2	( )	5. Esta rua é perigosa.	1 2 1 2	( )
6. Esqueci de levar a bolsa.	2 1 2 1 2	( )	6. Esqueci da bolsa na sua mesa.	2 1 2 1 1 2	( )
7. Os pães estavam quentes.	1 2 2 2	( )	7. Ela comprou os últimos pães.	1 2 1 2 2	( )
8. Elas já alugaram uma casa na praia.	1 2 2 2 1 2	( )	8. A casa de campo já foi alugada.	1 2 1 2 2 2 2	( )
9. Meu irmão viajou de manhã.	1 2 2 1 2	( )	9. Os preços não devem subir.	1 2 2 2 2	( )
10. Não encontrei meu filho.	2 2 1 2	( )	10. Não falei com sua filha.	2 2 1 1 2	( )
85 PONTOS	1 PONTO = 1,17 %	RESULTADO = %	90 PONTOS	1 PONTO = 1,11 %	RESULTADO = %

## 11.8 Apêndice H- Protocolo Questionário de Autopercepção com o uso das Próteses Auditivas

Nome: \_\_\_\_\_

### RETORNO 1: DIA \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, APÓS \_\_\_\_ DIAS DE USO

- 1) Em uma situação de comunicação familiar no silêncio, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 2) Em uma situação de comunicação familiar no ruído, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 3) Para ouvir TV ou rádio, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 4) Em situações em ambientes externos, como mercado e restaurante, entende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 5) Em situações muito ruidosas, como trânsito, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 6) Em situações com grupos de pessoas, reuniões ou igreja, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor

### RETORNO 2: DIA \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, APÓS \_\_\_\_ DIAS DE USO

- 1) Em uma situação de comunicação familiar no silêncio, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 2) Em uma situação de comunicação familiar no ruído, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 3) Para ouvir TV ou rádio, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 4) Em situações em ambientes externos, como mercado e restaurante, entende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 5) Em situações muito ruidosas, como trânsito, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 6) Em situações com grupos de pessoas, reuniões ou igreja, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor

### RETORNO 3: DIA \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, APÓS \_\_\_\_ DIAS DE USO

- 1) Em uma situação de comunicação familiar no silêncio, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 2) Em uma situação de comunicação familiar no ruído, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 3) Para ouvir TV ou rádio, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 4) Em situações em ambientes externos, como mercado e restaurante, entende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 5) Em situações muito ruidosas, como trânsito, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 6) Em situações com grupos de pessoas, reuniões ou igreja, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor

### RETORNO 4: DIA \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, APÓS \_\_\_\_ DIAS DE USO

- 1) Em uma situação de comunicação familiar no silêncio, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 2) Em uma situação de comunicação familiar no ruído, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 3) Para ouvir TV ou rádio, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 4) Em situações em ambientes externos, como mercado e restaurante, entende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 5) Em situações muito ruidosas, como trânsito, comunica-se melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor
- 6) Em situações com grupos de pessoas, reuniões ou igreja, compreende melhor?  
( ) Pior ( ) Sem diferença ( ) um pouco melhor ( ) Melhor ( ) Muito melhor

