



**Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento**

**Treinamento Auditivo em Reconhecimento de Fala em Condição de Ruído para Adultos
mais Velhos**

Doutoranda: Luciana Carelli Henriques de Andrade

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Maria Ângela Guimarães Feitosa

Brasília

2017



**Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento**

**Treinamento Auditivo em Reconhecimento de Fala em Condição de Ruído para Adultos
mais Velhos**

Doutoranda: Luciana Carelli Henriques de Andrade

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento, área de concentração Cognição e Neurociências do Comportamento, do Instituto de Psicologia como requisito para a obtenção do grau de Doutora em Ciências do Comportamento.

Janeiro
2017

Universidade de Brasília
Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento

Banca Examinadora

Prof^a Dra. Maria Angela Guimarães Feitosa
Universidade de Brasília, Presidente

Prof. Dr. Timothy Martin Mulholland
UOP, Membro titular

Prof. Dr. Ricardo José de Moura
Universidade de Brasília, Membro titular

Prof^a Dra. Isolda de Araújo Gunther
Universidade de Brasília, Membro titular

Prof^a Dra. Eliane Schochat
Universidade de São Paulo, Membro titular

Prof^a Dra. Vânia Maria Moraes Ferreira
Universidade de Brasília, Membro suplente

Janeiro
2017

Dedico este trabalho a todos os profissionais que usarão estas informações para o progresso da ciência e ajuda ao próximo. Dedico também, aos idosos brasileiros que merecem mais atenção e respeito.

Agradecimentos

A Deus que muitas vezes me carregou nos momentos difíceis me inspirando soluções, resiliência e coragem.

À Universidade de Brasília pelo acolhimento e as oportunidades oferecidas. Aos professores do Instituto de Psicologia que me ajudaram a desenvolver profissionalismo e uma outra visão de Psicologia. À professora Maria Ângela sou grata pela paciência e dedicação durante todos esses anos. Sem dúvida alguma, ela me ensinou mais do que conhecimentos acadêmicos os quais têm sido muito importantes para minha vida pessoal e profissional. Aos membros da banca que me auxiliaram com sugestões preciosas enriquecendo este trabalho. Ao prof Timothy que me deu preciosa ajuda com a análise estatística dos dados.

À minha família, especialmente a minha mãe Magda e avó Lia pela paciência e compreensão. Aos meus amigos que me apoiaram e acreditaram em mim: Marcelo Mendes dos Santos, Marcelo de Souza Ramos, Luan da Silva Rocha, Gléna Salgado Vieira, Marineth Baptist, Milena da Costa M. Cabral, Suzana Almeida e Júlio Nunes.

Aos participantes de pesquisa que foram muito dedicados e empenhados durante toda a pesquisa. Agradeço às minhas colegas de pós-graduação Adriana Melchiades, Carla Pena, Maiara Maia de Santana, Marta R. D. Prestes, Renata Tschidel e Valéria Reis do Canto Pereira que foram mais do que colegas, foram companheiras dividindo dores, alegrias e conhecimentos. Reforço meus agradecimentos à Marta e Renata por me ajudarem tecnicamente em alguns momentos da pesquisa, como no uso do audiômetro.

Ao proprietário do Centro Clínico Vida Nova, Rubens Monteiro da Cruz, aos professores e ao coordenador professor Antônio Gonçalves Araújo Neto do grupo da terceira

idade da Escola de Idiomas da UnB que aceitaram colaborar com esta pesquisa indicando potenciais participantes.

Aos alunos Noah Gabriel dos Santos N. N. Ribeiro, Gabriel Lavareda, Natália Macário dos Santos e Tainá Conceição Barbosa que colaboraram com algumas etapas desta pesquisa.

Aos funcionários da secretária do PPG-CDC: Rodolfo Lauro Alves dos Santos, Daniel Roberto Milke, Enilvan Pereira de Araújo e ao estagiário Antônio Antunes da Silva Neves Mourão que me assistiram com carinho.

À CAPES pelo apoio financeiro durante o doutorado.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE ANEXOS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XII
RESUMO	XIII
ABSTRACT.....	XV
INTRODUÇÃO.....	1
PRESBIACUSIA: DEFINIÇÃO, PREVALÊNCIA, CAUSAS E CARACTERÍSTICAS	3
VARIÁVEIS QUE CONTRIBUEM PARA DIFICULDADE DE RECONHECIMENTO DA FALA EM ADULTOS MAIS VELHOS	9
ALTERAÇÕES BIOLÓGICAS, SENSORIAIS E PERCEPTUAIS RELACIONADAS AO ENVELHECIMENTO AUDITIVO.....	15
HABILIDADES COGNITIVAS ENVOLVIDAS NO RECONHECIMENTO DE FALA EM CONDIÇÃO DE RUÍDO	24
AVALIAÇÃO AUDITIVA DE ADULTOS MAIS VELHOS	29
REABILITAÇÃO AUDITIVA NOS CASOS DE PRESBIACUSIA.....	34
A PERTINÊNCIA DO TREINAMENTO EM RECONHECIMENTO DE FALA COM BASE EM EVIDÊNCIAS BIOLÓGICAS	36
A PERTINÊNCIA DO TREINAMENTO EM RECONHECIMENTO DE FALA COM BASE EM EVIDÊNCIAS COMPORTAMENTAIS	39
O APERFEIÇOAMENTO DO RECONHECIMENTO DA FALA E OS PROGRAMAS DE TREINAMENTO AUDITIVO	44
IMPLICAÇÕES	45
JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E HIPÓTESES	49
MÉTODOS	52
DELINEAMENTO GERAL DO EXPERIMENTO.....	52
PARTICIPANTES	60

	viii
RECRUTAMENTO, CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E TRIAGEM	61
AMBIENTE EXPERIMENTAL	63
MATERIAIS, INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS.....	63
PROCEDIMENTOS.....	66
TRATAMENTO DOS DADOS	74
RESULTADOS.....	76
ANÁLISE DA INTELIGIBILIDADE DOS ÁUDIOS.....	76
ANÁLISES DO TREINAMENTO AUDITIVO COM ADULTOS MAIS VELHOS.....	76
DISCUSSÃO.....	91
CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS	105
ANEXOS	119

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Tela de edição de listas.....	64
<i>Figura 2.</i> Tela de edição de modelos para o funcionamento de cada rodada.....	65
<i>Figura 3.</i> Tela com amostra de um modelo de relatório	66
<i>Figura 4.</i> Medianas de acertos pré-treinamento para listas B e D obtidas na razão S/R do LRFRR da lista B. Sem significância estatística $p=0.5$	79
<i>Figura 5.</i> Medianas dos acertos para o grupo pré e pós-treinamento. A diferença de todas as medianas possui significância estatística $p < 0.05$	84
<i>Figura 6.</i> Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento para razão S/R 0 na Lista B.	86
<i>Figura 7.</i> Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento para razão S/R -3 na lista B.	86
<i>Figura 8.</i> Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento para razão S/R -6 na lista B.	86
<i>Figura 9.</i> Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento para razão S/R do LRFRR na lista B.....	87
<i>Figura 10.</i> Medianas do grupo para Lista B e D pré e pós-treinamento.	88
<i>Figura 11.</i> Medianas de escores do grupo pré e pós- treinamento no HHIE. Em nenhuma das escalas houve diferença estatisticamente significante $p<0.05$	90

Lista de Tabelas

Tabela 1. Testes brasileiros de discriminação e reconhecimento de fala	33
Tabela 2. Descrição resumida dos procedimentos da pesquisa	52
Tabela 3. Conteúdo das sessões de treinamento	59
Tabela 4. Dados demográficos dos participantes	76
Tabela 5. Pontuações no teste RAVLT para cada participante	77
Tabela 6. Sensibilidade auditiva da orelha direita em dB NA por via aérea para frequências de 250 a 8000Hz (X= média).....	78
Tabela 7. Medianas de acertos para as condições pré e pós- treinamento nas diferentes razões Sinal/ Ruído.....	80
Tabela 8. Acertos em porcentagem pré-treinamento para cada participante na lista "B" nas razões Sinal/Ruídos avaliadas (X representa a média do grupo).....	81
Tabela 9. Acertos em porcentagem pós-treinamento para cada participante na lista "B" nas razões Sinal/Ruído avaliadas (X representa a média do grupo).	83
Tabela 10. Ganhos em porcentagem para cada participante nas diferentes condições de razão Sinal/ Ruído	85
Tabela 11. Acertos pré e pós-treinamento e ganho pós-treinamento em porcentagem para cada participante na lista "D" na razão Sinal/ Ruído do LRFRR	89
Tabela 12. Estudos sobre treinamento auditivo com adultos mais velhos que usaram medidas compatíveis com as desta pesquisa.....	93

Lista de Anexos

Anexo A - Lista de Pares Mínimos para Familiarização e Treinamento Auditivo.....	120
Anexo B - <i>Hearing Handicap Inventory for the Elderly</i> - Questionário de Handicap Auditivo para Idosos	121
Anexo C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Adultos mais Velhos.....	123
Anexo D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Jovens.....	125

Lista de Abreviaturas

AASI - Aparelho de Amplificação Sonora Individual

APHAB - Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit

dB – Decibel

dB NA – Decibel nível de audição

EOAPD - Emissões otoacústicas por produto de distorção

HHIE - The Hearing Handicap Inventory for the Elderly - Questionário de Handicap Auditivo para Idosos

GABA- Ácido gama aminobutírico

Hz – Hertz

IRFR - Índice de Reconhecimento de Fala em Condição de Ruído

LRFR - Limiar de Reconhecimento de Fala em condição de ruído

PE - Potencial endococlear

RAVLT - Teste de Aprendizagem Auditivo Verbal de Rey

Razão S/R - Razão sinal ruído

SNAC - Sistema Nervoso Auditivo Central

Resumo

Com o avançar da idade as pessoas perdem gradativamente a audição. Essa perda denomina-se presbiacusia e ocorre em razão das alterações biológicas ocorridas nos sistemas nervosos auditivos periférico e central. As alterações na percepção auditiva decorrentes do envelhecimento são: a elevação de limiares auditivos, dificuldade em discriminação de frequência, prejuízos no processamento temporal auditivo e de reconhecimento de fala em ambientes sonoros complexos. O reconhecimento adequado da fala em condição de ruído é importante para interação social e resolução de problemas cotidianos. Por isso, é importante encontrar meios, como treinamentos auditivos, que minimizem essa dificuldade. Treinamentos auditivos são indicados para pessoas com perdas auditivas, usuárias e não usuárias de AASI e implantados cocleares. A literatura brasileira sobre treinamento auditivo para população mais velha é escassa, não se encontram materiais de estímulos e protocolos informatizados para o treinamento em português brasileiro em condição de ruído. Para suprir esta lacuna foi desenvolvido um protocolo e um procedimento que contemplaram quatro listas com um número significativo de estímulos (121 pares mínimos) balanceados foneticamente e direcionados aos adultos mais velhos com presbiacusia. Os objetivos principais foram: verificar se o treinamento auditivo melhoraria a capacidade para discriminar palavras diferenciadas por um fonema discriminativo em condição de ruído e, averiguar a capacidade de generalização do desempenho para discriminar palavras não treinadas. A análise da inteligibilidade das palavras mostrou que todas tiveram mais de 80% de reconhecimentos corretos entre os jovens com audição normal, indicando a boa qualidade dos áudios das palavras. A pequena diferença de desempenho constatada entre as listas de pares mínimos "B"

e "D" de Andrade (2010) não foi estatisticamente significativa. Isto mostrou que elas possuem o mesmo grau de dificuldade perceptual. As razões S/R em que os participantes tiveram maiores ganhos foram as razões S/R -3 e a do LRFR (14,2 e 14,7%, respectivamente). Para as razões S/R 0 e S/R -6 os ganhos foram de 7,2 e 11,7%, respectivamente. Os participantes conseguiram generalizar muito pouco o aprendizado para a lista "D", mas o ganho de 5% não foi estatisticamente significativo. No teste de autopercepção da escuta (HHIE) houve diminuição na pontuação sem significância estatística. Conclui-se que a gravação dos áudios das palavras das listas "A", "B", "C" e "D" de Andrade (2010) são inteligíveis. As listas "B", "C" e "D" se mostraram apropriadas para avaliação do reconhecimento de fala e para treinamento auditivo. O software e o protocolo informatizado desenvolvidos foram úteis para o treinamento auditivo de palavras em condição de ruído usando um número pequeno de sessões.

Palavras chave: reconhecimento de fala em ruído, adultos mais velhos, treinamento auditivo, pares mínimos.

Abstract

As people get older they gradually lose hearing. This loss is called presbycusis and occurs due to biological alterations in the peripheral and central auditory nervous systems. The changes observed in auditory perception due to aging are: elevation of the auditory thresholds, difficulty in frequency discrimination, damages in temporal auditory processing and difficulty of speech recognition in complex sound environment. Appropriate recognition of speech in noise conditions is important for social interaction and resolution of everyday problems. Therefore, it is important to find ways such as auditory training that minimize these difficulties. Hearing training is indicated for people with hearing loss who are user or not users of hearing aids and who are cochlear implanted. The Brazilian literature on auditory training for the older population is scarce, there are no stimulus materials and computerized protocols for training in Brazilian Portuguese in noise condition. To fill this gap, a protocol and a procedure were developed. These included lists with a significant number of stimuli (121 minimal pair words) that were phonetically balanced and directed to older adults with presbycusis. The main objectives were: to verify if the auditory training improved the ability to discriminate words differentiated by a discriminative phoneme in noise condition and to investigate the capability of generalization of the performance to discriminate untrained words. The analysis of the words' intelligibility showed that all the words had more than 80% of correct recognitions among the young people with normal hearing, indicating the good quality of the audios files of the words. The small difference performance observed between the B list and D list of Andrade (2010) was not statistically significant and showed that they have the same degree of perceptual difficulty. The signal to noise ratios (SNR) in which the

participants had the greatest benefit were SNR -3 and SNR of the speech recognition threshold in noise (14,2 e 14,7% correct hits, respectively). The gain in the number of hits was 7,2% for SNR 0 and 11,7% for SNR -6. Participants were able to generalize just a little learning to List D, but the gain of 5% was not statistically significant. Regarding the score in *The Hearing Handicap Inventory for the Elderly* (HHIE), there was a decrease with no statistical significance. This research allows the conclusion that the words audio recordings of the lists (A, B, C and D) were intelligible. Lists B, C and D are suitable for speech recognition evaluation and auditory training. The software and the auditory training protocol were appropriated for training in bable noise condition using a small number of sessions.

Key words: speech recognition in babble noise, older adults, auditory training, minimal pairs.

O envelhecimento é um processo degenerativo progressivo marcado por alterações estruturais e fisiológicas nos sistemas cardiovascular, respiratório, músculo-esquelético, nervoso e sensorial, os quais desencadeiam complicações importantes para os processos sensoriais e cognitivos (Feitosa, 2001). Com o avançar da idade, o sistema nervoso diminui sua capacidade de elaborar, integrar e reagir aos estímulos, prejudicando as percepções sensoriais (Willot, 1991).

O envelhecimento dos sentidos sensoriais é um tema que deve ser estudado porque a população mundial está se tornando predominantemente mais idosa. Projeções feitas pelas Nações Unidas em 2015 apontam que a população acima de 60 anos aumentará 4% em 2030. Em 2050 uma em cada 5 pessoas terá acima de 60 anos (Nações Unidas, 2015). O envelhecimento dos sentidos gera implicações para o desempenho das atividades diárias. A perda da audição, que ocorre na idade avançada é forte preditor independente de um funcionamento precário na mobilidade, nos cuidados com o corpo, na interação social, na alimentação, no gerenciamento da casa e na recreação (Bess, Lichtenstein, Logan, Burger & Nelson, 1989). As alterações que ocorrem nos sistemas auditivos periférico e central e nas percepções auditivas, em razão do envelhecimento, configuram a presbiacusia (vide discussão aprofundada na próxima sessão).

Em razão da grande prevalência da presbiacusia, do impacto no funcionamento das atividades diárias e do aumento da população idosa, periodicamente são desenvolvidos trabalhos que analisam criticamente o estado da arte que marcam as áreas de audiologia, percepção, envelhecimento e outras áreas interdisciplinares. Foram encontrados dois trabalhos que avaliaram uma quantidade significativa de pesquisas sobre envelhecimento auditivo. Um

deles foi resultante da discussão de um grupo de pesquisadores em presbiacusia (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988) no qual foi proposto como parâmetro para pesquisas de 1988 a 2009. Nele foram criticadas várias metodologias de pesquisas, sugeridos novos temas para pesquisas em presbiacusia e hipotetizados os principais fatores subjacentes à presbiacusia periférica e central. Alguns temas tratam de: aspectos biológicos e funcionais do envelhecimento auditivo, compreensão da fala em ambientes que degradam o sinal, compreensão da fala em diversos formatos (fala sintética, falantes rápidos etc.), diferenças sensoriais e perceptivas entre jovens e adultos mais velhos, compreensão da linguagem e uso de dispositivos auditivos. Enfim, sugeriram como esta área poderia proceder em pesquisas futuras. Várias hipóteses, sugestões e produtos dessas análises são apresentados ao longo do texto.

Em 2012 Humes e outros pesquisadores vinculados à American Academy of Audiology, foram solicitados por Patricia Kricos, presidente da Academia, para uma força tarefa de análise crítica do que foi pesquisado entre 1988 e 2009 sobre envelhecimento auditivo. Desta vez o tema revisado foi presbiacusia central.

No artigo publicado (Humes *et al.*, 2012) os autores analisaram os principais achados de 132 artigos de pesquisa sobre presbiacusia central. Os estudos analisados utilizavam medidas comportamentais humanas, estímulos da fala e diferentes da fala. Em 76 estudos de menor porte ($N < 25$) sobre compreensão da fala observou-se que as temáticas estudadas com maior frequência usavam a fala competitiva, a fala distorcida temporalmente e a percepção de fala binaural (especialmente escuta dicótica).

Segundo Humes *et al.* (2012) pesquisas sobre a influência do processamento cognitivo na compreensão da fala foram realizadas menos frequentemente, mas quando foram

realizadas, observou-se a associação positiva entre estas variáveis. Em 36 estudos que pesquisaram percepção auditiva com o uso de estímulos diferentes da fala, os três assuntos mais estudados foram detecção de *gap* (detecção de curtíssimos intervalos tempo com ausência de estímulo), discriminação temporal (habilidade de discriminar a duração de dois ou mais estímulos) e, discriminação ou identificação de ordem temporal (habilidade de pôr em ordem estímulos com durações diferentes). Humes *et al.* (2012) afirmaram que, em 18 estudos aplicou-se uma bateria de testes para examinar o processamento auditivo, todos utilizaram a fala como estímulo; sendo que um quarto deles incluíram estímulos diferentes da fala e medidas de processamento temporal.

Os testes mais utilizados, apontados no artigo de Humes *et al.* (2012), nas pesquisas de processamento auditivo utilizando a fala como estímulo foram: o *Synthetic Sentence Identification, Test with Ipsilateral Competing Message, Dichotic Sentence Identification Test* e testes de reconhecimento de fala comprimida temporalmente. O esforço destes pesquisadores, para investigar e analisar os principais artigos sobre envelhecimento auditivo em intervalos de 20 em 20 anos, representa a contínua atividade desta área, o estado da arte, o progresso feito na área de envelhecimento auditivo e os tipos de pesquisa que são necessárias.

Presbiacusia: Definição, Prevalência, Causas e Características

O envelhecimento auditivo, também chamado de presbiacusia, começou a ser estudado em torno de 1950. Inicialmente, os pesquisadores identificaram apenas mudanças nos limiares auditivos ou na sensibilidade auditiva dos idosos; por isso a presbiacusia ficou caracterizada por muito tempo como uma perda auditiva neurosensorial que gerava mudança gradual da

sensibilidade auditiva para todas as frequências, sendo que as perdas para frequências altas seriam as de maior magnitude e as primeiras a ocorrer (Schmiedt, 2010).

Estas mudanças abrangem a perda auditiva bilateral para tons de alta frequência, o aumento dos limiares em tarefas de processamento temporal, a baixa resolução de frequências, a dificuldade de localização sonora e de reconhecimento da fala em ambientes sonoros complexos. Entretanto, esta definição não é a única. Yamasoba *et al.* (2013) definem presbiacusia como o declínio da sensibilidade auditiva e de algumas funções auditivas, resultantes dos efeitos de vários fatores acumulados ao longo da vida, como a exposição ao ruído, o uso de medicações ototóxicas, as predisposições genéticas, a presença de doenças (por exemplo: cardiovasculares, diabetes e aterosclerose) e o envelhecimento. Apesar de serem encontradas variações nas definições de presbiacusia, a grosso modo, podemos denominar presbiacusia um conjunto de mudanças que ocorrem nos sistemas auditivo periférico e central, e na percepção auditiva decorrente das alterações degenerativas e fisiológicas do sistema auditivo associadas ao envelhecimento, adotando a definição de Willot (1991).

A Política Nacional de Saúde da Pessoa Portadora de Deficiência (Ministério da Saúde, 2002), fazendo referência à literatura internacional, estima que a presbiacusia seja a principal causa de deficiência auditiva nos idosos por atingir cerca de 30% dessa população. Cruickshanks *et al.* (1998) em estudo clássico longitudinal estimaram que a prevalência seria um pouco maior, de 30 a 46% da população mais velha. No censo do IBGE (2010) 5.658 pessoas declararam não conseguirem ouvir de modo algum, 16.698 pessoas declararam ter grande dificuldade auditiva e 82.469 declararam ter alguma dificuldade auditiva no Distrito Federal. Na população norte americana a prevalência de perda auditiva praticamente dobra a

cada década de vida, a partir da segunda até a sétima (Lin, Thorpe, Gordon-Salant & Ferrucci, 2011).

A perda auditiva foi apontada numa lista de problemas de saúde como o primeiro problema de saúde no sexo masculino e o segundo lugar no sexo feminino (Nações Unidas, 2015). E, nos casos de pessoas fumantes, entre 48 e 92 anos, o risco de perda auditiva aumenta 1,69 vezes, principalmente para as altas frequências (Fransen *et al.*, 2008). Afro decedentes têm menos propensão a perdas auditivas ao longo da vida (Agrawal, Platz, Niparko, 2008). Estas evidências mostram que, dependendo do estilo de vida, hábitos, sexo e etnia alguns grupos podem ter maior prevalência de perda auditiva.

A presbiacusia foi associada à origem neurossensorial por causa do encurtamento das células ganglionares espiraladas, do canal de Rosenthal, que ocorre em pessoas mais velhas (Schmiedt, 2010). Com base em análise da literatura, esse autor identificou 6 fenótipos de perdas auditivas associadas ao envelhecimento ou presbiacusia: a perda auditiva pré-metabólica, a presbiacusia sensorial, a presbiacusia neural, a presbiacusia metabólica, a presbiacusia mecânica e a presbiacusia sensorial associada à metabólica. Abaixo são descritas suas características.

Presbiacusia pré-metabólica. Neste fenótipo, não há histórico de exposição ao ruído ao longo da vida e não há entalhe audiométrico (aumento de limiar em algumas faixas de frequências específicas). O limiar auditivo para frequências baixas é ≤ 10 dBNA podendo ter aumento dos limiares de 5 dB por oitava nas frequências baixas de 250 a 1000Hz. O limiar auditivo é ≤ 20 dBNA nas frequências entre 1000 e 8000Hz podendo ter aumento dos limiares de 5 dB por oitava nas frequências entre 1000 e 8000Hz (Schmiedt, 2010).

Presbiacusia sensorial. A presbiacusia sensorial é um tipo de presbiacusia causada pela perda de células ciliadas e de células de apoio. Embora não seja um fenômeno generalizado, o encurtamento das células ciliadas é uma das mudanças mais aparentes na cóclea de humanos e animais com o avançar da idade. As características da presbiacusia sensorial incluem histórico de exposição ao ruído, limiares auditivos para frequências baixas ≤ 10 dB NA, e declínio da sensibilidade auditiva para frequências altas > 20 dB/oitava (Schmiedt, 2010).

Dependendo do modelo animal observam-se diferenças quanto às características do processo degenerativo e as regiões de degeneração da cóclea. Em um modelo de camundongo utilizado para o estudo da presbiacusia (CBA/J) observou-se que as células sensoriais foram progressivamente perdidas do ápice até a base da cóclea. Uma das técnicas usadas para verificar a integridade das células ciliadas é a cocleografia. Por meio de eletrodos colocados na cóclea é possível ter o registro gráfico do padrão de excitação da membrana basilar (cocleograma) na orelha interna em função do tempo. Alguns modelos animais criados em ambiente silencioso, ao envelhecerem, apresentam uma maior perda de células ciliadas no ápice do que na base da cóclea, por isso o cocleograma desses animais parece um “U” invertido (Tarnowski *et al.*, 1991). Tem sido detectado simultaneamente a esta perda um

pequeno dano à estria vascular (Lang, Schulte & Schmiedt, 2002). Porém, nas pesquisas que usavam exames fisiológicos não foram todos os camundongos pesquisados que apresentaram presbiacusia sensorial (Schmiedt, 2010). Por isso, nem todas as mudanças de limiar têm relação com a perda das células ciliadas externas.

Emissões otoacústicas são sons de baixa intensidade gerados pela cóclea, conduzidos para a orelha média e depois para o meato acústico em uma frequência específica. Essas emissões otoacústicas podem ser espontâneas ou evocadas. As emissões otoacústicas por produto das distorções são resultado de um processo não linear da cóclea. Quando dois tons são fornecidos à cóclea, a distorção ocorre com o retorno de “tons” harmônicos de combinação e relacionados aos tons fornecidos inicialmente. Clinicamente as emissões otoacústicas têm sido usadas para avaliar a integridade das células ciliadas externas e a função coclear em neonatos (Momensohn-Santos, Dias, Valente & Brasil, 2009).

Frisina e Zhu (2010) demonstraram que, em camundongos de meia idade e idosos, a correlação entre o limiar da resposta do tronco encefálico e os níveis de emissões otoacústicas por produto de distorção (EOAPD), se torna mais significativa com a idade, para todos os intervalos de frequência, ou seja, há um aumento de limiar de tronco encefálico e a diminuição das EOAPD. Isto sugere que a degeneração das células ciliadas externas é um sinal importante da diminuição da sensibilidade auditiva durante o envelhecimento (Frisina & Zhu, 2010; Ison, Tremblay & Allen, 2010).

Presbiacusia neural. A presbiacusia neural é causada pela perda de neurônios aferentes da cóclea. A presbiacusia neural parece ser um achado universal nos modelos animais de envelhecimento. Alguns deles exibem também características sensoriais e metabólicas em razão do encurtamento das células ganglionares espiraladas do canal de

Rosenthal. A perda de células ciliadas externas por si só deve resultar em uma perda máxima de 50 a 60 dB NA nas frequências acima de 2 kHz (Schmiedt, 2010). Podem ser encontradas várias lesões distribuídas nas células ciliadas, causando assim entalhe audiométrico. Para Schmiedt (2010) a degeneração das células da base da cóclea deve ter pouca ou nenhuma influência nos limiares de frequências baixas. As causas e efeitos da presbiacusia neural ainda são desafiadores.

Presbiacusia metabólica. A presbiacusia metabólica é causada pela atrofia da estria vascular e da parede lateral da cóclea, que estruturas são responsáveis pela manutenção do potencial endococlear apropriado para a codificação do som. Por sua vez, o potencial endococlear (PE) reflete a condução e a concentração de íons de potássio (atuantes nas células ciliadas internas que participam do processo de transdução). Na presbiacusia metabólica supõe-se que o envelhecimento e a diminuição do potencial endococlear afetem a responsividade e a sincronia das fibras aferentes da cóclea, em particular a atividade das fibras de baixa taxa de resposta espontânea. Com base em sua revisão, Schmiedt (2010) concluiu que a baixa do PE sozinho é suficiente para causar a dificuldade de amplificação do som. Dessa forma, o fator subjacente, mais influente da presbiacusia humana é o declínio do PE causado pela degeneração da parede lateral (Schmiedt, 2010). Portanto, uma hipótese forte é que problemas de compreensão da fala em pessoas mais velhas podem ser, em parte, derivados de um PE baixo causado pela presbiacusia metabólica (Schmiedt, 2010). Dessa forma, alguns dos critérios diagnósticos para presbiacusia metabólica (de leve a severa) são: uma perda auditiva plana de 10 a 40 dB NA nas frequências baixas e perda gradativamente maior para frequências altas, na ordem de 10 a 20 dB NA por oitava, ausência de histórico de exposição ao ruído (Schmiedt, 2010).

Presbiacusia mecânica. A presbiacusia mecânica é causada pelo enrijecimento do Orgão de Corti. Não há evidências sólidas de que exista a perda auditiva por causas mecânicas. Esse tipo de presbiacusia foi deduzido a partir da observação da associação entre a degeneração do ligamento espiral na parede lateral da cóclea e a perda plana de 30 a 40 dB. Acredita-se que este tipo de perda seja uma presbiacusia metabólica severa, em razão de, junto a esta perda, ser observado um potencial endococlear muito baixo (Schmiedt, 2010).

Presbiacusia sensorial associada à metabólica. Pessoas mais velhas classificadas com este tipo de presbiacusia teriam perda auditiva plana com limiares entre 10 e 40 dB NA nas frequências baixas e um declínio em rampa > 20 dB por oitava nas frequências altas.

Entende-se, então, que haveria cinco fenótipos que poderiam descrever a perda auditiva associada ao envelhecimento. Contudo, as presbiacusias mais comuns são a metabólica e a sensorial, ambas comórbidas com a neural (Schmiedt, 2010).

Nas próximas sessões serão tratados os seguintes temas: variáveis que contribuem para a dificuldade de reconhecimento da fala em adultos mais velhos; alterações biológicas, sensoriais e perceptuais envolvidos na presbiacusia; habilidades cognitivas envolvidas no reconhecimento de fala em condição de ruído; avaliação auditiva de adultos mais velhos; e razões que tornam pertinente a realização de treinamento em reconhecimento de fala.

Variáveis que Contribuem para Dificuldade de Reconhecimento da Fala em Adultos mais Velhos

A presbiacusia é uma condição multifatorial que envolve o envelhecimento e alterações auditivas relacionadas às doenças associadas ao sistema auditivo e ao cérebro

(Humes *et al.*, 2012). Porém, alguns autores sugerem que a presbiacusia seja a perda auditiva devido ao puro envelhecimento do sistema auditivo. De qualquer maneira, não há estabelecida na literatura uma causa única para a dificuldade de reconhecimento de fala, pois existe uma grande dificuldade metodológica para se pesquisar as contribuições específicas e isoladas dos aspectos sensoriais periféricos e centrais e os processos cognitivos, visto que estes estão intimamente relacionados (Humes *et al.*, 2012; Marshall, 1981; Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988).

Marshall (1981) e Gordon-Salant (2005) destacam que é necessário ter cautela para a interpretação dos dados entre ouvintes jovens e idosos com o mesmo grau e tipo de perda auditiva, porque os adultos mais velhos vão apresentar problemas adicionais em comparação aos jovens em virtude de disfunções no sistema nervoso auditivo central (SNAC), diferenças cognitivas e problemas periféricos associados à presbiacusia, que não são completamente explicados pelo aumento de limiar, ou a combinação de todos esses fatores. Encontram-se na literatura três classes de fatores principais que contribuem para o reconhecimento da fala: a qualidade do som, a integridade funcional e estrutural do ouvido e dos sistemas nervosos auditivo central e periférico, e as habilidades cognitivas do idoso.

Qualidade do som. Vários aspectos relacionados à qualidade do som podem comprometer a acuidade auditiva para os sons da fala. Dentre eles constata-se: as sintetizações ou digitalizações da fala; a presença de distorções e atenuações durante a fala; ambientes sonoros complexos (que incluem ruído e reverberação) e as alterações temporais da fala, que geram, por exemplo, falas rápidas (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988; Gordon-Salant, 2005; Marshall, 1981). Ambientes com ruído e/ou reverberação, falantes

rápidos ou pouco claros e sons degradados em geral estão muito presentes no cotidiano (Working Group On Speech Understanding and Aging, 1988; Marshall, 1981).

Sintetizações ou digitalizações da fala. Estas configurações são muito utilizadas nos aparelhos eletrônicos e programas de computador usados na comunicação oral. Estas digitalizações degradam as características acústicas dos sons naturais da fala limitando o estímulo sonoro a uma faixa de frequência restrita. Algumas pistas acústicas que auxiliam no reconhecimento de fonemas e palavras são fornecidas pela quantidade de energia em uma determinada faixa de frequência. Quando há a digitalização da fala algumas destas pistas podem ser eliminadas, porque algumas faixas de frequências não estão disponíveis.

Com a necessidade de tornarem mais ágeis e menos dispendiosos os serviços de atendimento ao público, empresas de telecomunicações, bancos, hospitais, entre outros, têm adotado programas eletrônicos que utilizam sentenças gravadas (digitalizadas) para fazerem os atendimentos aos clientes mediante o registro dos números teclados por eles. Essas sentenças ou sons sintetizados se tornaram uma interface comum de comunicação oral, por isso reclamações de adultos mais velhos ao ouvir certas falas são frequentes, como: a fala do interlocutor da ligação telefônica, falas processadas por interfones, secretária eletrônica de bancos e empresas e falas aceleradas em programas de televisão. Sons sintetizados muitas vezes são difíceis de serem compreendidos por não reproduzirem com a necessária fidelidade as características acústicas da fala natural, restringindo-se, por exemplo, a uma faixa de frequência que não contempla integralmente aquelas utilizadas na fala natural.

Distorções e atenuações na fala. Um modelo quantitativo desenvolvido por Plomp e Duquesnoy em 1980 propõe que a redução da acuidade auditiva para fala é devido à soma de dois fatores: (1) a atenuação do som processado, que reduz os níveis de intensidade tanto da

fala quanto do ruído, e, (2) a distorção que resulta na redução funcional da razão sinal-ruído. O fator distorção afeta primariamente a compreensão da fala em situações de ruído. O modelo prediz que os efeitos da distorção podem não ser eliminados completamente pelos sistemas de amplificação individual disponíveis nas últimas décadas (Gordon Salant, 2005; Lutman, Gatehouse & Worthington, 1991; Plomp & Duquesnoy, 1980; Plomp, 1994; Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988).

Dubno, Dirks e Langhofer (1982) observaram um padrão de resultados consistente com a suposição de que ambos os efeitos de distorção e atenuação estão presentes nos níveis baixos de fala, enquanto nos níveis altos somente os efeitos de distorção estão presentes. Quando os níveis de ruído de fundo estão baixos e os estímulos são distorcidos, espera-se que o entendimento da fala seja reduzido pela filtragem criada pela perda de sensibilidade auditiva do ouvinte. Como a perda auditiva de muitos adultos mais velhos inclui dificuldade para ouvir em altas frequências, as quais são importantes para a compreensão das consoantes, é difícil diferenciar entre os efeitos de idade e de filtro (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988). Nota-se que dificuldades para ouvir em altas frequências compreendem aspectos associados ao SNAC e ao sistema sensorial auditivo periférico propriamente dito.

Ambientes sonoros complexos. Várias são as razões que dificultam a compreensão da fala em pessoas mais velhas na situação de ruído. Dubno, Dirks & Morgan (1984) apontam quatro razões principais: (1) disfunções auditivas associadas a mecanismos cocleares, (2) deterioração da memória de curto-prazo, (3) dificuldade de concentração ou outro mecanismo associado ao SNAC e (4) a combinação de prejuízos auditivos periférico e central.

O desempenho em tarefas de reconhecimento da fala em condição de ruído ou reverberação apresenta um declínio progressivo em função da idade (Gordon-Salant, 2005;

Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988) e tem sido constatado por vários autores (Baraldi, Almeida & Borges, 2007; Calais, Borges, Baraldi & Almeida, 2008; Dubno *et al.*, 1984; Gordon-Salant, 1986; Silva, 2003; Veras & Matos, 2007). Dentre as queixas de comunicação analisadas por Calais *et al.* (2008) e Jurca *et al.* (2002), a dificuldade de comunicação em condição de ruído e a perda auditiva foram as mais citadas. Pessoas mais velhas e jovens com o mesmo tipo de perda auditiva desempenham-se diferentemente em razão de uma combinação de fatores associados à perda auditiva e envelhecimento. Jovens apresentam julgamentos mais acurados sobre as respostas (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988).

Rajan e Cainer (2008) pesquisaram a habilidade de discriminação de fala em participantes com idade entre 20 e 69 anos, utilizando dois tipos de ruídos: um constituído de várias pessoas falando ao mesmo tempo e outro com espectro formatado para ser semelhante ao espectro das sentenças faladas. Encontrou-se para o ruído de pessoas falando ao mesmo tempo: a) correlações significativas entre o limiar de recepção de fala de cada participante e a idade, b) para ambos os tipos de sentenças (com baixo e alto limiar de recepção de fala) foi necessária, para que a faixa etária de 60 anos discriminasse corretamente 50% das sentenças, uma razão sinal-ruído mais positiva do que a necessária para faixas etárias mais novas e c) uma diminuição na compreensão da fala com o avançar da idade, mesmo para pessoas mais velhas sem perda auditiva. Registrou-se, para o ruído semelhante ao espectro das sentenças, que não havia interações significativas entre as variáveis citadas nos itens *b* e *c*.

O ruído contendo fala competitiva tem potencial para causar duas categorias de mascaramento: energético e informacional. No mascaramento energético a representação interna do sinal é “coberta” pela energia do mascarador. No caso do mascaramento

informacional a fala alvo é representada em nível periférico do sistema nervoso auditivo, e talvez em nível central também, dificultando a diferenciação da fala alvo e do mascarador (Helfer & Freyman, 2008).

Helfer e Freyman (2008) detectaram baixo desempenho em tarefa de reconhecimento da fala nos adultos mais velhos para os quatro tipos de mascaramentos apresentados (dois interlocutores do mesmo sexo falando simultaneamente ao interlocutor alvo, dois interlocutores de sexo oposto falando simultaneamente ao interlocutor alvo, ruído modulado na envoltória do sinal de dois interlocutores falando e ruído com o espectro no formato da fala). No entanto, o mascaramento feito por dois interlocutores do mesmo sexo falando simultaneamente ao interlocutor alvo foi o mais perturbador.

As análises de dados da pesquisa de Ben-David, Tsé e Schneider (2012) mostraram diferenças de latência associadas à idade para segregar a fala em relação ao murmúrio multifalante apresentado como fundo. Constataram que adultos mais velhos demoram mais que jovens para processar uma sentença falada na condição de murmúrio e têm muita dificuldade para processar o início da sentença pronunciada. Esta dificuldade prejudica a compreensão da conversação.

Alterações Biológicas, Sensoriais e Perceptuais Relacionadas ao Envelhecimento

Auditivo

Alterações biológicas. O envelhecimento do sistema auditivo abarca várias alterações morfológicas e fisiológicas. Estas mudanças podem ocorrer tanto no Sistema Auditivo Periférico quanto no Sistema Nervoso Auditivo Central.

Alterações biológicas no sistema auditivo periférico. Estudos com modelos animais mostram que o estresse oxidativo das células da orelha interna, as mutações e danos nas mitocôndrias das células dos tecidos que recobrem os ossos temporais, a diminuição dos níveis de glutathione e enzimas antioxidantes associadas à glutathione contribuem para o mau funcionamento do sistema auditivo (Yamasoba *et al.*, 2013).

Do ponto de vista morfológico a perda de capilares da estria vascular, a degeneração das células marginais e intermediárias, a perda ou a degeneração das células ciliadas internas e externas, a perda de células neuronais ganglionares espiraladas e a desestruturação do ligamento espiralado por redução das fibras colágenas, quando associadas ao declínio do potencial endococlear, prejudicam o processo de transdução e diminuem a sensibilidade auditiva (Yamasoba *et al.*, 2013). Observa-se também a perda de células ganglionares espiraladas que formam as fibras do nervo auditivo e a diminuição na amplitude do reflexo acústico (Syka, 2002).

Alterações biológicas no sistema nervoso auditivo central. O sistema nervoso auditivo central abrange do núcleo coclear ao córtex auditivo primário. Com o envelhecimento não é apenas o sistema auditivo periférico que passa por mudanças, o sistema nervoso auditivo central também pode passar. Determinar quais seriam as alterações “puras” que ocorreriam

neste sistema é muito difícil porque ele sofre fortes influências dos aspectos cognitivos e do sistema auditivo periférico. Naturalmente estes fatores interagem entre si, de modo que é muito difícil isolar a contribuição de cada um no processamento das habilidades auditivas (Humes *et al.*, 2012).

O simples declínio da sensibilidade auditiva, que é comum nas pessoas mais velhas, é suficiente para gerar alterações no funcionamento do sistema nervoso auditivo central (Humes *et al.*, 2012). Esse declínio seria um meio indireto de gerar alterações no sistema auditivo nervoso central, esse fenômeno foi nomeado por Willot de “efeito central da patologia periférica”. As alterações das estruturas do sistema nervoso auditivo central sem influência de problemas auditivos periféricos, ou seja, as alterações puras do sistema nervoso auditivo central decorrente do envelhecimento foram chamadas de “efeito central do envelhecimento biológico” (Willot, 1996). Entretanto, há estudos mostrando que essas mudanças são mais raras que as mudanças patológicas periféricas.

Walton, Simon e Frisina (2002) conseguiram demonstrar alterações no colículo inferior sem alterações periféricas em modelos animais de presbiacusia. Outra possibilidade é ocorrer ambos os prejuízos simultaneamente no sistema auditivo periférico e central. É possível também, que ocorram prejuízos no colículo inferior, em razão do efeito biológico do envelhecimento no sistema auditivo nervoso central e patologia no núcleo coclear (Humes *et al.*, 2012). Pessoas mais velhas frequentemente apresentam alterações como: a diminuição da amplitude dos potenciais de tronco encefálico, o prolongamento das latências das respostas do tronco encefálico e a diminuição da inibição do SNAC (Syka, 2002).

Dimensões da sensação e percepção auditiva. Adultos mais velhos com presbiacusia possuem alterações no processamento da informação auditiva no que tange: a) ao aumento do

limiar de audibilidade para tons puros principalmente para frequências altas, b) à dificuldade em discriminar intensidades, c) à dificuldade em discriminação de frequências, d) à lentificação no processamento temporal, e) à deterioração no processamento espacial, f) à dificuldade de reconhecimento de fala e g) à lentificação global na velocidade do processamento das informações. Como esta tese envolve os processos de percepção da fala, serão revisados apenas os itens a, b, c, d, e, f.

Limiares para tons puros. Uma das primeiras mudanças observadas em adultos mais velhos, no início dos estudos sobre envelhecimento auditivo, é a diminuição da sensibilidade auditiva, ou seja, o aumento dos limiares auditivos. Estudos longitudinais acerca do aumento dos limiares auditivos para tons puros foram feitos em vários países. Muitos destes estudos abarcam frequências diferentes, populações com características diferentes (etnia, faixas etárias, sexo etc.), porém alguns pesquisadores não fazem nenhum tipo de avaliação que possa descrever o perfil socioeconômico, o grau de exposição ao ruído ou o uso de medicamentos ototóxicos. Estes dados são importantes para que outros pesquisadores compreendam de forma mais precisa o perfil dos participantes e possa comparar os dados (Brant & Frozard, 1990, Yamasoba *et al.*, 2013).

Brant e Frozard (1990), em estudo longitudinal realizado de 1968 a 1987, avaliaram intra sujeito e entre sujeitos o limiar auditivo de 7 grupos de pessoas de diversas faixas etárias (entre 20 e 95 anos) mais de uma vez, totalizando 813 homens com características relativamente semelhantes. Nas frequências testadas (125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, e 8000Hz) observou-se que as maiores diferenças individuais foram encontradas no grupo de 80 anos. Muitos participantes desta idade tinham doenças do ouvido. O aumento dos limiares não se mostrou restrito às frequências altas. A taxa de declínio da

sensibilidade auditiva para frequências baixas aumentam 4 vezes mais rápido depois dos 50 anos, cerca de 0.3-0.4 dB por ano. O declínio da sensibilidade auditiva para frequências altas ocorre ao longo da vida de forma linear.

Calais *et al.* (2008) observaram que todos os adultos mais velhos que apresentavam perda auditiva, tinham menos sensibilidade auditiva para tons puros, no mínimo, para as frequências de 6 e 8 kHz. A prevalência de perda auditiva com maior prejuízo foi para as frequências altas (4, 6 e 8 kHz) para ambas as orelhas. Assim, a queixa de dificuldade de comunicação e sua correlação com o grau de perda auditiva foi estatisticamente significativa para frequências altas e não para as médias e baixas.

Discriminação de intensidades. A dificuldade para discriminar intensidades de estímulos sonoros é comum entre pessoas mais velhas. Freigang *et al.* (2011) e He, Dubno e Mills (1998) observaram que os limiares de discriminação de intensidade em adultos mais velhos eram mais elevados do que em jovens, principalmente para frequências mais baixas. Os melhores desempenhos ocorreram quando as intensidades eram 3 ou 4 dB mais elevadas do que as dos jovens. Os autores salientam que esta habilidade deve ser avaliada utilizando frequências abaixo de 4kHz, pois acima disto há influência de mecanismos auditivos centrais durante a tarefa.

Discriminação de frequências. Esta habilidade auditiva, importante para discriminação de fonemas, declina com o passar dos anos. Com o envelhecimento ocorre o aumento nos limiares monoaurais de discriminação de frequência, tanto para adultos mais velhos com perda quanto sem perda auditiva (Freigang et al., 2011; Harris, Mills, He & Dubno, 2008). A seguir são apresentados os dados de pesquisas que utilizaram avaliação comportamental e fisiológica para estudar a discriminação de frequências.

Com o envelhecimento ocorrem alterações nas fibras do nervo auditivo do sistema auditivo periférico que servem, dentre outras funções, para processar as frequências. Estas perdem a capacidade de resolução de frequência, deixam de produzir respostas lineares, transferir e ponderar a amplitude do espectro do som. Redução na seletividade de frequência tem sido relacionada ao decréscimo da inteligibilidade da fala em adultos mais velhos na condição de ruído (Gordon-Salant, 2005).

Harris *et al.* (2008) pesquisando sobre alterações corticais na representação das mudanças de frequências no SNAC encontraram em adultos mais velhos: 1) aumento nos limiares para obtenção das respostas do potencial evocado auditivo cortical para os picos de onda P1-N1-P2; 2) diminuição significativa na sensibilidade para mudanças pequenas de frequência; 3) grandes diferenças, relacionadas à idade, nas respostas do potencial evocado para baixas e altas frequências; 4) aumento na latência e diminuição na amplitude das respostas. Essas mudanças, relacionadas à idade, indicaram que alterações no processamento de pequenas mudanças de frequência são comuns em pessoas mais velhas com perda auditiva, indicando baixa resolução de frequência. Estes dados são corroborados por Freigang *et al.* (2011) em estudo que aponta que idosos têm desempenho estatisticamente inferior a jovens em discriminação interaural, monoaural e dicótica, tanto de frequências quanto de duração. O declínio destas habilidades se acentua com a idade. Estes resultados indicam alterações no processamento temporal nos níveis de tronco encefálico e áreas corticais auditivas (Freigang *et al.*, 2011).

Processamento auditivo temporal. Adultos mais velhos apresentam prejuízos em algumas tarefas que abrangem detecção de *gap* (intervalo de silêncio durante a apresentação de um estímulo), discriminação de duração e compressão temporal. Vários métodos e

habilidades podem ser analisados para verificar a capacidade de resolução temporal em ambientes complexos ou não. A partir dos 40 anos ocorre o aumento gradual dos limiares das habilidades temporais de detecção de *gap* e discriminação de duração. Estes aumentos não são significativos até os 70 anos, no entanto, após os 70 declinam rapidamente (Ajith & Sangamantha, 2011; Humes, Kewley-Port, Fogerty & Kinney, 2010). Por outro lado, a percepção de duração não sofre mudanças substanciais até os 60 anos, mesmo que haja perda auditiva neurossensorial para frequências altas (Ajith & Sangamantha, 2011).

Gordon-Salant (2005) encontrou evidências do aumento do limiar para detecção de intervalos temporais curtos entre jorros sucessivos de tons e de ruído com o avançar da idade. Idosos precisavam de um intervalo entre os tons com duração 25% maior que o de referência para que pudessem detectá-los como tons distintos. A complexidade espectral dos estímulos afetava pouco o desempenho dos ouvintes jovens e idosos, porém a modulação temporal dos estímulos causava baixo desempenho nos idosos. Por isso, falas rápidas são mais difíceis de serem compreendidas pelos idosos visto que há um déficit importante no processamento das características temporais dos estímulos sequenciais complexos.

Os idosos com audição dentro dos padrões normais e com perdas auditivas leves e moderadas apresentaram desempenho pior que o de jovens na tarefa de reconhecimento de fala na razão tempo-compressão de 30 e 60%, mesmo ouvindo em níveis de intensidade mais altos de apresentação em ambientes silenciosos. No ambiente com ruído, a tarefa de reconhecimento da fala temporalmente comprimida produziu o pior desempenho (Gordon-Salant, 2005). Ela concluiu que ouvintes idosos com perda auditiva têm dificuldade para compreender falas rápidas (razão tempo-compressão alta) em virtude da: 1) lentificação generalizada, 2) dificuldade de processar informações rápidas e, 3) inabilidade de processar

pistas acústicas muito breves provindas das consoantes. Explicações contrárias à hipótese de identificação generalizada podem ser verificadas em Wong *et al.* (2009).

Dados psicofísicos sobre sensibilidade auditiva, coletados por audiometria tonal aérea, e outras 17 medidas de processamento temporal foram analisados por Humes *et al.* (2010) em jovens (18 a 35 anos), adultos mais velhos (40 a 55 anos) e idosos (60 a 89 anos). Alguns dos testes utilizados foram: a) limiar de detecção de *gap* em condição de ruído; b) identificação monoaural e dicótica de ordem para vogais breves com início de vocalização (ou vozeamento) sem sincronia; c) identificação de vogais com início de vocalização sem sincronia e com mascaramento monoaural, e, d) detecção de duração de *gap* utilizando vários paradigmas.

Um dado correlacional encontrado foi que, quanto maior a idade do ouvinte, mais elevados eram os limiares auditivos e maior a dificuldade de processamento temporal (na maior parte das medidas). Idosos apresentaram desempenho significativamente pior em 16 das 17 medidas avaliadas, exceto para o limiar de detecção de *gap* na frequência de 1000 Hz. Os adultos mais velhos apresentaram limiares auditivos mais elevados que jovens para as frequências de 1000 e 4000 Hz e, pior desempenho em 3 de 4 medidas de identificação de sequências temporais. Todavia, não houve diferenças entre jovens e adultos mais velhos nas medidas que envolviam mascaramento temporal e limiar de detecção de *gap* (Humes *et al.*, 2010).

Várias pesquisas citadas nessa revisão sobre processamento temporal auditivo têm demonstrado que muitas tarefas usadas para verificar esta habilidade utilizaram, como parte da avaliação, sons competitivos como a própria fala; o teste de escuta dicótica (estímulos diferentes apresentados simultaneamente um em cada ouvido) usando ruído de fala; o teste de reconhecimento de fala comprimida temporalmente e o teste de reconhecimento de fala com

ruído de fala. Estes testes, além de avaliarem o funcionamento do sistema nervoso auditivo central por usarem a fala como estímulo, exigem do ouvinte algumas habilidades cognitivas. Por exemplo, o teste de escuta dicótica demanda atenção sustentada, memória de trabalho e funções executivas para que o desempenho seja satisfatório. Logo, é importante o desenvolvimento de novas técnicas de avaliação das habilidades de processamento temporal auditivo, que exijam menos habilidades cognitivas para realização da tarefa e permitam dados mais puros sobre processamento temporal (Humes *et al.*, 2010).

Processamento auditivo espacial. Com o avançar da idade os adultos apresentam dificuldades de localização sonora. Dobрева, O’Neil e Paige (2011) demonstraram que ouvintes clinicamente “normais” (aspas no original) com no máximo perda auditiva leve em 8 e 10 kHz mas, com perda auditiva de moderada a severa nas frequências acima destas, tiveram dificuldades para localizar o som no plano horizontal, exceto quando foram fornecidas pistas com uma ampla faixa de frequências baixas no estímulo para reforçar a pista de diferença temporal interaural. Houve uma profunda deterioração na localização vertical do som tanto em relação à acurácia quanto à precisão. Isso se deve, provavelmente, à perda auditiva para frequências altas, que fornecem pistas espectrais. Aumentar a intensidade para compensar a perda auditiva para frequências altas não é eficaz porque as representações das pistas espectrais de localização ficam distorcidas (Macpherson & Middlebrooks, 2000). Adultos mais velhos têm mais dificuldade para perceber diferenças interaurais de fase e aproveitar as pistas acústicas para localização sonora (Ross, Fujioka, Tremblay & Picton, 2007) porque há um declínio no processamento central binaural dos sons. Por estas razões, os adultos mais velhos possuem dificuldade para se orientar, navegar espacialmente e dirigir.

Reconhecimento de fala. Adultos mais velhos com presbiacusia têm tendência a ter baixo desempenho em tarefas de reconhecimento de fala. Em ambientes ruidosos ou com reverberação a dificuldade de reconhecimento de fala é ainda maior (Helfer & Huntley, 1991; Quintero, Marotta & Marone, 2002).

Apesar de haver uma forte associação entre envelhecimento e perda da sensibilidade auditiva, a diminuição da sensibilidade não é necessariamente correspondente à diminuição do desempenho em reconhecimento/compreensão da fala, pois há outras habilidades auditivas e cognitivas que podem ajudar o reconhecimento de fala mesmo com a diminuição da sensibilidade. Dados de prontuários de Magalhães e Gómez (2007) mostram que pacientes com perda auditiva neurosensorial leve podem ter um Índice de Reconhecimento de Fala (IRF) baixo e, pacientes com perda moderada podem ter um IRF alto. O reconhecimento de fala pode ser avaliado por testes de logaudiometria ou por meio de questionários que perguntam como está a escuta nas diversas situações do dia a dia (*handicap*).

Silva (2003) comparou os limiares tonais de dois grupos de adultos, um mais novo e outro grupo mais velho, nas frequências da audiometria convencional (250 Hz a 8 kHz) e em frequências altas (10 a 16 kHz). Embora ambos os grupos fossem classificados como “audiologicamente normais”, os participantes mais velhos apresentavam padrões de desempenho estatisticamente inferiores nas tarefas de reconhecimento de fala. Em outro estudo, os idosos exibiram limiares auditivos mais elevados do que os dos jovens para identificação de sílabas contendo consoantes mudas e um desempenho pior para respostas livres (repetição da sílaba). Os idosos que tinham limiares auditivos acima de 30dB NA para as frequências acima de 4 kHz tiveram respostas livres piores para as sílabas do que aqueles que tinham limiares auditivos mais baixos nas frequências acima de 4kHz (Elliot *et al.*, 1985).

A partir dos 50 anos observa-se o aumento da dificuldade para compreender a fala devido à perda de sensibilidade para frequências altas (Marshall, 1981), alguns fonemas de sons consonantais abrangem frequências altas e, por não serem percebidos, dificultam o reconhecimento de palavras. Em pesquisa feita por Silva (2003) os piores desempenhos para falantes do português brasileiro foram constatados para os fonemas: /r/, /l/, /λ/ (classificados por Silva como líquidos segundo o modo de articulação) e, /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/ (classificados como plosivos segundo o modo de articulação); /f/, /v/ (labiodentais segundo o ponto de articulação) e /R/, /k/, /g/ (velares segundo o ponto de articulação).

Em estudo sobre a sensibilidade auditiva para tons puros, Calais *et al.* (2008) revelaram que todos os pacientes apresentavam perda auditiva, no mínimo, para as frequências de 6 a 8 kHz. A prevalência de perda auditiva com maior prejuízo foi para as frequências mais altas (4, 6 e 8 kHz) para ambas as orelhas. Assim, a queixa de dificuldade de comunicação e sua correlação com o grau de perda auditiva foi estatisticamente significativa para frequências altas e não para as médias e baixas.

Habilidades Cognitivas Envolvidas no Reconhecimento de Fala em Condição de Ruído

Fatores cognitivos também exercem influência sobre a compreensão da fala se considerarmos que a percepção auditiva da pessoa depende, tanto do processamento *bottom-up* do sinal que alcança o ouvido quanto da experiência e da expectativa que a pessoa tem ao ouvir esse sinal (processamento *top-down*). Ao ouvir uma comunicação, a pessoa busca, no seu arcabouço de conhecimentos, informações sobre sintaxe, semântica, regras de conversação e, com base no seu entendimento do mundo, faz inferências sobre o que vai ser dito em seguida (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988). Sendo assim, os

mecanismos de processamento auditivo "*top down*" são importantes para a escuta em condição de ruído, principalmente para as pessoas mais velhas que possuem dificuldade de compreensão de fala. Contudo, não está claro na literatura como alterações no sistema auditivo periférico alteram os mecanismos de processamento "*top down*" que influenciam a compreensão da fala em ambientes ruidosos (Lesicko & Llano, 2017).

Parte da diminuição progressiva da compreensão de fala associada à idade avançada é devida a um declínio na capacidade do processamento funcional, à deterioração da memória episódica secundária e à diminuição na velocidade dos processos mentais. É importante destacar que, se a memória for o fator preponderante da dificuldade de compreensão da fala, a amplificação do som pode não ser eficaz para compreensão da fala. Então, se o idoso tiver dificuldade expressiva de memória, mesmo que a perda auditiva seja moderada e seja feito o uso de aparelho de amplificação sonora, o problema de compreensão de fala não será resolvido (Gordon Salant, 2005). O mesmo infere-se para o caso de aprendizado de pistas acústicas.

Wong *et al.* (2009) usaram ressonância magnética funcional para confirmar a “hipótese da compensação do declínio”, que postula que as tarefas sensoriais e cognitivas demandantes, promovem ora redução ora aumento da ativação de áreas cerebrais sensoriais e cognitivas associativas como forma de compensação. Durante o reconhecimento de palavras em condição de murmúrio multifalante, com a razão sinal-ruído de -5 dB NPS, observou-se no grupo de idosos que o córtex pré-frontal foi levemente ativado; com a razão sinal-ruído de 20 dB os idosos tiveram grande ativação na região parietal posterior, incluindo o precuneus, e na região do córtex parietal ativou-se principalmente o giro pós-central; na situação de silêncio estas regiões ficaram menos ativadas.

Nota-se que a ativação das regiões pré-frontal e parietal posterior ocorrem se a tarefa também demandar atenção e memória. No caso dos jovens a região mais ativada nas três condições foi a temporal superior (córtex auditivo primário) responsável por processos de natureza sensorial auditiva. Nos idosos esta região apresentou diminuição da ativação nos dois hemisférios. Por outro lado, idosos mais velhos geralmente mostraram maior ativação no precuneus, localizado na região parietal posterior, e na área pré-frontal (dorso medial). Os autores interpretaram que a correlação entre os dados comportamentais e de imagem confirmam a hipótese de compensação do declínio, que pode explicar o funcionamento auditivo de pessoas mais velhas em tarefas auditivas demandantes (Wong *et al.*, 2006).

Para verificar o processamento auditivo *top down* e *bottom up* de jovens, Falkenberg, Specht e Westerhausen (2011) manipularam a intensidade de estímulos sonoros em cada orelha e o modelo de instrução da tarefa em uma tarefa de reconhecimento de palavras. Na primeira tarefa dirigida pela instrução (*top down*) apareciam dois estímulos simultaneamente nas duas orelhas (dicoticamente), e os participantes deveriam dizer o que ouviram na orelha em que o estímulo se apresentou menos saliente. As regiões que compunham esta rede exibiram um aumento de ativação proporcional ao aumento da exigência da tarefa, ou seja, a ativação era maior quando era necessário perceber o estímulo menos saliente de dois estímulos apresentados dicoticamente. Segundo os padrões de interação individual de algumas regiões específicas do cérebro durante a tarefa, detectou-se por meio de ressonância magnética funcional, que a área motora pré-suplementar, o córtex cingulado anterior, a junção frontal inferior, a ínsula e o lobo parietal são parte de uma rede de apoio aos processos de controle cognitivo *top down*. Quando a tarefa era dirigida pelo estímulo (*bottom up*) eles deveriam dizer o que ouviram na orelha em que o estímulo era mais saliente.

Quando tinham que responder apenas o que ouviram, estas regiões não eram ativadas, pois se tratava de um processamento *bottom up* (Falkenberg *et al.*, 2011). Isso mostra que há regiões que são mais ativadas dependendo da exigência da tarefa, mesmo em jovens durante o reconhecimento de fala. Com base em Wong *et al.* (2009) e Falkenberg *et al.* (2011) infere-se que tanto em jovens quanto em pessoas mais velhas ocorram mecanismos de compensação, quando as condições de escuta são desafiadoras (exijam processamento *top down*), pois o cérebro tem recursos naturais para responder a cada tipo de condição independentemente da idade. Mas, por que jovens lidam melhor com o reconhecimento de fala em situações em que há ruído competitivo?

Ben-David *et al.* (2011) monitoraram o movimento dos olhos em tempo real usando um rastreador de olhar (*eye tracker*) para detectar as diferenças que ocorrem durante o processo de reconhecimento de palavras. A tarefa consistia em apontar com o *mouse* a imagem do objeto que correspondesse à palavra pronunciada nos fones de ouvido. Apareciam seis objetos na tela, o alvo e os interferentes. O critério para escolha dos objetos interferentes era que estes fossem semelhantes aos nomes dos objetos alvo, ou seja, tivessem o som inicial semelhante ao do objeto alvo (por exemplo, *candle* e *candy*), ou apenas um competidor fonológico (por exemplo, *sandal* e *candle*).

Os autores constataram que, o processo de reconhecimento das palavras foi similar para a maior parte dos jovens e idosos na maior parte das condições testadas; entretanto, para as condições em que se usou como estímulos palavras com apenas um competidor fonológico a discriminação das palavras ficou prejudicada, principalmente para os idosos na condição de ruído. Nas condições em que os desempenhos foram piores para os idosos, supõe-se que as informações sensoriais já cheguem degradadas no sistema auditivo central, e, que a

lentificação do processamento sensorial e cognitivo sejam as causas de diferença de desempenho entre jovens e idosos (Ben David *et al.*, 2011).

Existem duas hipóteses principais que explicam a lentificação do processamento da informação ocorrida no idoso: uma indica que há lentificação em alguns aspectos específicos nos processamentos realizados pelos idosos, inclusive nos processamentos perceptuais de estímulos apresentados rapidamente. A outra hipótese sugere que há lentificação generalizada no organismo em processamentos cerebrais, incluindo os sensoriais e cognitivos.

Segundo Gordon-Salant (2005) o que compromete a compreensão da fala em idosos é a deterioração da memória episódica secundária, os prejuízos nos processamentos auditivos de alguns estímulos e a diminuição da velocidade dos processos mentais (Gordon-Salant, 2005).

O envelhecimento comprometeria aspectos do raciocínio, memória e funções executivas (Deary *et al.*, 2009). Em dissonância com essa hipótese Wong *et al.* (2009) sugerem que há um declínio geral no organismo que atinge o funcionamento cerebral das regiões sensoriais e cognitivas do cérebro, como afirma a “hipótese da causa comum”. Segundo essa hipótese as funções fisiológicas e cognitivas declinam juntas na velhice, embora existam mecanismos específicos que levam ao declínio, uma proporção considerável de declínio é atribuível a alguns processos biológicos principais que se deterioram com o envelhecimento, como o estresse oxidativo, o desgaste de telômeros, a desregulação hormonal e a imunossenescência. Segundo o mesmo autor, para compensar a diminuição da atividade no córtex auditivo dos idosos especificamente, há um aumento da ativação na região da atenção (córtex frontal), e, na região da memória de trabalho (córtex parietal posterior) (Wong *et al.*, 2009).

Em se tratando da escuta em ambientes ruidosos, palavras inseridas em frases são mais inteligíveis do que palavras isoladas devido ao benefício que o contexto da frase e as características da linguagem proporcionam. Além disso, a previsibilidade das palavras ouvidas e a quantidade de pistas contextuais podem aumentar a inteligibilidade da fala (Pereira & Schochat, 1997; Marshall, 1981). Para finalizar, pode-se afirmar que a dificuldade de reconhecimento de fala em idosos se deve a três categorias principais: a qualidade do som, a falta de integridade do ouvido e dos sistemas nervosos auditivos central e periférico e as habilidades cognitivas. Os fatores cognitivos que contribuem para a dificuldade de compreensão da fala em ambientes ruidosos, em maior grau ruídos de pessoas falando, são: a interferência lexical e sublexical, a semelhança dos níveis de prosódia e fonética entre o ruído e a fala do interlocutor, a memória operacional e as pistas contextuais (Marshall, 1981; Pichora-Fuller, 2012).

Ferguson *et al.* (2014) analisaram os desempenhos de adultos mais velhos em alguns testes cognitivos antes e depois da realização de um programa de treinamento auditivo. Houve melhora significativa nos resultados dos testes cognitivos mais complexos de inteligência não verbal, memória de trabalho visual e atenção dividida para dois estímulos.

Avaliação Auditiva de Adultos Mais Velhos

No Brasil não é fácil encontrar materiais sobre a avaliação auditiva de adultos mais velhos e idosos. Aparentemente, no Brasil e no exterior não há um protocolo padrão específico para esta população que tem características auditivas diferentes dos mais jovens. O protocolo de avaliação depende da queixa e dos equipamentos disponíveis na clínica. Nos Estados

Unidos da América a audiometria tonal aérea é exame obrigatório, mas a sequência de testes e as funções que serão medidas não são (Schlauch & Nelson, 2009). Eles citam que o *Joint Audiology Committee on Practice Algorithms and Standards* recomenda como parte da avaliação a aplicação da audiometria tonal aérea e óssea usando um mascaramento apropriado. Nesse sentido, os conhecimentos próprios da psicologia sobre psicofísica, percepção auditiva e cognição podem auxiliar no desenvolvimento de protocolos de avaliação e reabilitação auditiva.

O decréscimo da compreensão de fala em condição de ruído começa cedo, antes de podermos observar mudanças na sensibilidade para tons puros, principalmente nas situações em que a razão sinal-ruído (S/R) apresenta-se desfavorável, ou seja, em que o nível do ruído é mais alto ou próximo do nível do sinal. Embora sejam observados em grupos de jovens e idosos sensibilidades auditivas semelhantes, encontram-se diferenças pequenas, mas consistentes, para o reconhecimento de fala entre esses grupos (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988).

Em pesquisa desenvolvida por Silva (2003) com grupos “mais jovens” (25 a 35 anos) e “mais velhos” (45 a 55 anos), foram obtidos limiares tonais elevados, mas ainda dentro dos padrões “normais” para os participantes mais velhos, nas frequências testadas na audiometria convencional (250 Hz a 8 Hz) e nas altas frequências (10 a 16 kHz). A autora relatou que, embora ambos os grupos fossem classificados como “audiologicamente normais”, os participantes mais velhos apresentavam padrões de respostas estatisticamente inferiores nas tarefas de reconhecimento de fala.

Calais *et al.* (2008) também observaram queixas de reconhecimento de fala em participantes com limiares auditivos dentro dos padrões clínicos de normalidade. Em função

disso, Calais *et al.* (2008) e Veras e Mattos (2007) argumentam que a queixa auditiva não deve ser justificada somente pelos limiares tonais, pois nem sempre o resultado da audiometria tonal padrão é consistente com os resultados encontrados na avaliação da audição para as situações diárias vivenciadas pelo adulto mais velho. Os testes auditivos convencionais utilizados na clínica não possuem validade ecológica porque não representam os estímulos e os ambientes de escuta cotidianos (Helfer & Huntley, 1991; Marshall, 1981; Silva, 2003; Schlauch & Nelson, 2009; Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988). Dessa forma, é comum as pessoas mais velhas não terem resultados clínicos que reflitam o seu desempenho nas situações de escuta diária.

O uso de testes que medem somente a sensibilidade auditiva (audiometria tonal óssea e aérea) não é suficiente para identificar dificuldades no reconhecimento da fala porque a audiometria mede um aspecto da audição, a habilidade sensorial de detecção do som. Para o reconhecimento de palavras é necessário que haja a detecção do som e o reconhecimento do que está sendo dito, neste sentido é importante o uso de testes com esta finalidade, incluindo audiometria tonal aérea de alta frequência (acima de 8000 Hz), testes de reconhecimento de fala com ruído competitivo e em situação de silêncio, e, a integração de procedimentos psicoacústicos e eletrofisiológicos em protocolos diagnósticos (Jerger, Jerger, Oliver & Pirozzolo, 1991; Silva, 2003; Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988). Como registrado por Andrade (2010), alguns fonemas podem ter grande faixas de energia acima de 8000 Hz, por exemplo o /ʒ/ em jarro.

Para fins diagnósticos, o uso do DPOAE utilizando sons de altas frequências é indicado como um método de detecção precoce da presbiacusia em ouvintes de meia idade e como um meio de distinguir etiologias periféricas de etiologias do sistema auditivo central

(Frisina & Zhu, 2010). Entretanto, estes dados exigem interpretação e devem ser analisados com cautela, pois perdas de células ciliadas externas podem ocorrer, também, devido à exposição contínua a ruído durante a vida (Schmiedt, 2010). Outra sugestão é o uso do teste de escuta dicótica que pode contribuir para a identificação de processo degenerativo em pessoas com ou sem perda auditiva (Gonçales & Cury, 2011). Portanto, é importante que o protocolo de avaliação audiológica seja ampliado quando da avaliação de idosos. Na próxima sessão serão descritos os materiais utilizados nas línguas inglesa e portuguesa para avaliar o reconhecimento de fala.

Materiais de reconhecimento de fala na língua inglesa. Há uma variedade de estímulos e testes padronizados para avaliar o reconhecimento de fala na língua inglesa tanto em condição de silêncio quanto em condição de ruído. McArdle e Hnath-Chisolm (2009) citam alguns testes usados na condição de silêncio: três testes que disponibilizam como estímulos palavras monossilábicas espondeicas, dois que disponibilizam sentenças e três que disponibilizam sílabas sem sentido. Em condição de ruído são sugeridas: 5 listas contendo sentenças contendo duas listas de palavras. Segundo a revisão de Humes *et al.* (2012) os testes mais usados em pesquisas sobre presbiacusia foram: *Synthetic Sentence Identification (SSI)*, *Test with Ipsilateral Competing Message (ICM)* e *Dichotic Sentence Identification Test (DSI)*.

Materiais de reconhecimento de fala em português brasileiro. Os materiais de testagem sobre discriminação e reconhecimento de fala no Brasil estão adaptados, em geral, para avaliação de crianças e para condição de silêncio. No Brasil não há muitos testes padronizados para situações de ruídos avaliados em estudos empíricos.

Na tabela 1 são apresentados os testes em português brasileiro de discriminação e reconhecimento de fala decorrentes de pesquisas. Alguns testes identificados não foram

incluídos na tabela porque não se encontrou os estudos que os fundamentam, ou o acesso aos estudos empíricos identificados estava condicionado a pagamento de taxa ou deveriam ser comprados. Além disso, materiais produzidos para finalidade diagnóstica, em geral contêm um número pequeno de estímulos, insuficiente para a finalidade de treinamento.

Tabela 1.

Testes brasileiros de discriminação e reconhecimento de fala.

Nome dos Testes	Tipos de Estímulos	Autor(a)
Prova para avaliar a discriminação auditiva	Pares de sílabas sem sentido com diferença de apenas 1 fonema	Rodrigues (1981)
Teste de fala comprimida	Palavras monossílabas e dissílabas	Rabelo & Schochat (2007)
Teste de fala com ruído (SPIN)	Palavras	Pereira & Schochat (1997)
Teste de discriminação da fala (SDT)	Palavras	Pereira & Schochat (1997)
Teste de Percepção de fala para palavras dissílabas	Palavras	Silva, Bevilacqua, Mitre & Moret (2004)
Teste dicótico de dissílabos (SSW)	Palavras dissílabas	Borges (1997)
Teste de figuras para discriminação fonêmica	Figuras de palavras	Carvalho (2007)
Listas de sentenças em Português (LSP)	Sentenças	Costa (1997, 1998)
Teste monótico com ruído	Sentenças	Pereira & Schochat (1997)
Teste de identificação de sentenças sintéticas com mensagem competitiva ipsilateral	Sentenças	Aquino, Almeida, Oliveira (1993)
Teste de identificação de sentenças dicóticas (DSI)	Sentenças	Andrade, Gil & Iório (2010)
Teste de sentenças sintéticas (SSI)	Sentenças	Almeida & Caetano (1988)

Reabilitação Auditiva nos Casos de Presbiacusia

Para amenizar o impacto das perdas de audição várias formas de reabilitação auditiva comportamental estão disponíveis, como o uso da linguagem de sinais, leitura oro-facial, treinamentos em estratégias de comunicação e treinamentos auditivos. Têm sido usados, também, aparelhos de amplificação sonora individual e implantes cocleares.

Por outro lado, existe um interesse muito grande em se pesquisar métodos fisiológicos de intervenção que possam ter potencial clínico para melhorar o funcionamento do ouvido interno de adultos mais velhos. Algumas das várias intervenções fisiológicas que vêm sendo testadas em contexto de pesquisa animal são: a regeneração de células ciliadas (presbiacusia sensorial), a injeção de potássio para aumentar a corrente eletroquímica, o fornecimento de carga elétrica externa na cóclea (presbiacusia metabólica) e a regeneração de células responsáveis pela produção do PE (células da parede lateral e células intermediárias da estria vascular) (Schmiedt, 2010).

A regeneração das células ciliadas de mamíferos não era possível até 2012. As perdas das células ciliadas antes tidas como irrecuperáveis em mamíferos, atualmente mostram-se passíveis de regeneração em camundongos de laboratório por meio de técnicas como a terapia gênica e o uso de células tronco. As células ciliadas de mamíferos degeneradas por ruído foram regeneradas por meio de técnica *in vitro* que induziu a diferenciação de células tronco da orelha interna (Mizutari *et al.*, 2013). Embora esses resultados sejam promissores para o tratamento da perda auditiva, necessita-se de pesquisas adicionais em animais humanos e não humanos para viabilizar o uso clínico destas biotecnologias (Parker, 2011).

Em se tratando de intervenções precoces, Yamasoba *et al.* (2013) apontam que o uso de vitaminas A, C e E e a restrição calórica podem reduzir os efeitos do envelhecimento, reduzindo os danos causados pelo processo de oxidação das células do ouvido interno em mamíferos. Em pesquisa realizada com ratos controles e experimentais da raça Fischer observou-se que a restrição calórica de 30% das calorias ingeridas do 1º aos 24-25º meses de vida reduz os efeitos do envelhecimento nas células ciliadas, nas mitocôndrias das células nervosas que compõem o nervo auditivo, e na estria vascular da cóclea. Os limiares auditivos destes animais também foram mais baixos do que os limiares dos ratos controle (Seidman, 2000). Destaca-se que estes dados não são consistentes na literatura (Seidman, 2000).

As decisões dos profissionais sobre qual ou quais recursos utilizar para melhorar a compreensão a fala dependem de um conjunto de fatores que incluem idade, tipo de patologia, grau da perda auditiva e nível das habilidades cognitivas. É importante ampliar o entendimento de como ocorre o reequilíbrio das estratégias de processamento *bottom up* e *top down* depois da perda auditiva para compreender como desenvolver novas abordagens de reabilitação (Eggermont, 2016; Lesicko & Llano, 2017).

Os resultados positivos obtidos com a reabilitação auditiva e a ampliação do conhecimento acerca da plasticidade do sistema nervoso auditivo central têm motivado os profissionais de saúde a investirem em diversos tipos de reabilitação auditiva. Serão destacados para fins de reabilitação os treinamentos auditivos de natureza comportamental voltados para o reconhecimento da fala, tendo em vista o objetivo desta pesquisa.

A pertinência do treinamento em reconhecimento de fala com base em evidências biológicas

Nas últimas décadas tem sido bastante pesquisada a plasticidade do sistema nervoso auditivo central. Tem-se constatado que esse sistema é capaz de reorganizar suas estruturas e funções após a perda parcial ou total das funções receptoras (Syka, 2002). Dados fisiológicos, comportamentais e que correlacionam os dois tipos de dados mostram isso e serão apresentados nesta sessão e na próxima.

A cóclea e os mapas do SNAC são altamente organizados e sensíveis à informação temporal e à frequência do estímulo. Esses mapas, além de serem alterados com a privação do estímulo sonoro, podem ser reorganizados em função da reintrodução do estímulo por meio de aparelhos de amplificação individual, implantes cocleares e treinamento (Neuman, 2005; Tremblay, 2005). Assim, o SNAC também é capaz de refletir as modificações ocorridas nas informações espectrais do som, como a aquisição de habilidades para integrar novos padrões de respostas neurais a eventos perceptuais significativos (Engineer *et al.*, 2016).

Mesmo havendo a plasticidade e a integração de novos padrões de respostas neurais a eventos perceptuais, somente a adesão ao uso de AASI não garante a completa compreensão do sinal. Muitos não desenvolveram habilidades para compreender as pistas temporais modificadas pelo aparelho de amplificação do sinal, então os prejuízos da perda auditiva podem não ser compensados pela simples amplificação do sinal. Portanto, a amplificação do estímulo sonoro não garante que o estímulo sonoro pareça mais claro porque a percepção acurada das pistas temporais e a compreensão da fala metalizada são fundamentais para a compreensão da fala e isso precisa ser treinado (Tremblay, 2005).

Os mecanismos de plasticidade cortical e subcortical do sistema auditivo que são constatados em função da experiência justificam pesquisas sobre treinamentos. Há várias evidências de plasticidade induzida pela experiência, como: as alterações nos campos receptivos de neurônios a partir de estímulos condicionados, a reorganização dos mapas de frequência do córtex auditivo primário por meio de condicionamento auditivo (aprendizado associativo) (Eggermont, 2016; Syka 2002). Além disso, ocorrem: a diminuição do campo receptivo com aplicação de GABA (ácido gama aminobutírico) e norepinefrina, a modulação da afinação dos campos receptivos pela ativação do sistema colinérgico, a inibição significativa do potencial evocado para tom puro em consequência da degeneração das células ciliadas internas, a reorganização dos mapas tonotópicos corticais por meio de treinamento de animais utilizando a estimulação do núcleo basal magnocelular emparelhado com pulsos acústicos, as mudanças na ativação das unidades corticais induzidas por microestimulação intracortical, o aumento da área cortical auditiva correspondente à frequência estimulada por meio de eletrodo, as mudanças na interação funcional entre neurônios adjacentes dependendo do contexto comportamental dos estímulos indutores (Syka, 2002). Apesar de existirem meios para constatar a plasticidade do sistema nervoso auditivo, essa revisão se voltará para plasticidade decorrente de treinamentos auditivos comportamentais.

Mudanças plásticas podem ser constatadas a partir de medidas fisiológicas após treinamento auditivo para discriminação de sílabas. Em treinamento realizado com oito participantes durante 6 dias, sendo uma sessão de 30 minutos por dia, obteve-se o aumento da amplitude das respostas de todos os eletrodos (CZ, C4, F3, FZ, F4) exceto para o eletrodo C3. Por essa razão, os autores inferiram que não são necessários treinamentos prolongados para produção de alterações fisiológicas no SNAC (Scheehan, McArthur & Bishop, 2005).

Treinamento auditivo com variantes fonêmicas de /ba/ foi realizado por Tremblay, Kraus e McGee (1998). Após o treinamento os participantes avaliados apresentaram aumento na amplitude de N1 e P2 e decréscimo na amplitude de P1. Desse modo constataram que o treinamento afeta as respostas nos potenciais evocados auditivos (P1, N1, P2) de diferentes maneiras e melhora o reconhecimento de fonemas. Houve um aumento na atividade neural do hemisfério direito que, provavelmente, forneceu códigos neurais que ajudaram o ouvinte a distinguir os dois estímulos. Posteriormente, quando se pede para repetir o estímulo sonoro ouvido (/mba, ba, pa/) esse código parece ser processado no hemisfério esquerdo. A compreensão da plasticidade do sistema auditivo a partir de condicionamento e treinamento é importante para justificar as pesquisas sobre percepção dos sons da fala e aprendizado de discriminação de fala (Neuman, 2005; Robinson & Summerfield, 1996; Syka, 2002).

A dificuldade de discriminação do som também pode ser evocada por problemas no lobo temporal. Os sons da fala evocam um padrão de ativação único no córtex auditivo primário, quando esses padrões de ativação ocorrem em regiões similares do córtex auditivo constata-se dificuldade de discriminação do som. O treinamento extensivo em discriminação de fala altera as respostas do córtex auditivo primário em animais e humanos, em regiões específicas do córtex a depender do tipo de estímulo sonoro (Engineer *et al.*, 2016).

Engineer *et al.* (2016) mediram o potencial evocado auditivo para analisar os indícios de plasticidade em camundongos que passaram por treinamento auditivo. O treinamento auditivo de discriminação de consoantes e vogais durou em média 14 semanas. Foram registradas a ativação neural de quatro campos do campo auditivo primário: o campo auditivo anterior, o córtex auditivo primário, o campo auditivo ventral e o campo auditivo posterior. As amplitudes dos picos N2 nos quatro campos auditivos foram significativamente menor nos camundongos

treinados se comparados com os camundongos controle. As latências dos componentes N1, P2, N2 e P3 foram mais longas nas quatro áreas auditivas pós-treinamento.

Em ressonância aos dados citados, os autores (Engineer *et al.*, 2016) concluíram que: 1) o campo auditivo anterior e o córtex auditivo primário responderam mais fortemente aos sons das consoantes; 2) os campos auditivos ventral e posterior responderam de modo mais fraco as vogais depois do treinamento; 3) as consoantes são processadas em regiões cerebrais diferentes das vogais, abrangendo áreas distintas no córtex auditivo primário; 4) o aprendizado ocorreu usando consoantes e não vogais porque as respostas foram mais evidentes para as consoantes.

A pertinência do treinamento em reconhecimento de fala com base em evidências comportamentais

Neuman (2005) revisou várias pesquisas que destacam a importância do aprendizado perceptual de pistas acústicas como requisito para a ocorrência da plasticidade cortical. Testes comportamentais mostraram aperfeiçoamento em tarefas de discriminação e identificação de estímulos labiais pré-vocalizados (*prevoiced*) e estímulos alveolares não treinados. Esse resultado reflete a capacidade de generalização de pistas oclusivas pré-vocalizadas. A autora destaca a importância do aprendizado de pistas acústicas para várias situações, como no caso de adaptação para novos usuários de aparelhos auditivos e usuários que trocaram de aparelho. Estas evidências fortalecem a pertinência de se investir na disponibilização de programas eficientes de treinamento para idosos com perdas auditivas e para pessoas que usam aparelhos substituidores de sinal (por exemplo: transplantados cocleares) ou amplificadores (por exemplo: usuários de aparelhos auditivos).

Conforme Sweetow e Palmer (2005) é possível categorizar treinamentos em analíticos, sintéticos e em analítico-sintético combinados. Treinamentos analíticos envolvem o processamento *bottom-up* e a prática de identificação de sons da fala. O treinamento analítico mais comum é o treinamento em reconhecimento de consoantes. Treinamentos sintéticos envolvem processos *top-down* e ganhos obtidos com o significado da mensagem por meio das várias estratégias de comunicação incluindo o aperfeiçoamento da escuta, atenção, uso de contexto, estratégias de reparo, entre outros. Sweetow e Palmer (2005) apontam que, dos dois tipos, o treinamento auditivo sintético é o mais benéfico para a audição em situação de ruído.

Cainer, James e Rajan (2008) treinaram 58 adultos com audição normal em tarefas de discriminação de fala com a presença de ruído de fundo, em seis sessões sucessivas, com intervalos de 15 minutos entre elas, usando 15 sentenças em cada sessão. Cada sessão usava uma lista diferente de 15 sentenças totalizando 6 listas ao final do treinamento. Os 58 participantes foram divididos em dois grupos, um com 30 participantes, que foram treinados com ruído que ativava áreas semelhantes da membrana basilar, ou seja, geravam mascaramento energético, e outro, com 28 participantes treinados com ruído que interferia na identificação da fala alvo pela semelhança fonética e/ou semântica, ou seja, geravam mascaramento informacional e energético.

Em cada sessão da pesquisa, Cainer *et al.* (2008) variaram o nível de ruído adaptativamente em passos de 1 dB, positiva ou negativamente, dependendo do desempenho do participante em cada sentença, até as 15 sentenças serem apresentadas e contabilizadas. Os limiares de reconhecimento foram calculados a partir da média das intensidades dos ruídos da 4^a à 15^a sentença subtraída da intensidade fixa das sentenças (ver metodologia detalhada no estudo 2 em Cainer *et al.*, 2008). Foi constatado que a discriminação das palavras treinadas em ambas

as situações de ruído pode ser aprendida. Para ambas as condições de ruído ocorreu o mesmo padrão geral de desempenho, havendo uma diferença sutil significativa entre eles caracterizando o murmúrio multifalante como a situação de ruído mais degradante.

Burk e Humes (2008) verificaram o reconhecimento de palavras isoladas e sentenças em condição de ruído em oito participantes (de 58 a 78 anos com perda auditiva entre leve e moderada nas frequências de 250 a 6000 Hz) e constataram: a) um aumento de 40,2% no reconhecimento de palavras difíceis lexicalmente (i.e. palavras que têm baixa frequência de ocorrência na língua e fonemas parecidos) e, de 35% para palavras fáceis, com retenção dessas palavras treinadas, mesmo com o treinamento posterior de mais 75 palavras; b) a manutenção do aprendizado das 150 palavras totais após 3 meses e meio; c) boa generalização das palavras treinadas para falantes não familiares; d) melhora do desempenho no reconhecimento de palavras isoladas e palavras chaves imersas em sentenças na condição de ruído; e) a possibilidade de o aprendizado ser estendido e potencializado para falas corridas, principalmente com o treinamento de palavras isoladas comuns ao dia a dia.

Humes, Burk, Strauser e Kinney (2009) treinaram adultos entre 64 e 77 anos com perda auditiva leve considerando a média dos limiares até 4 kHz. O treinamento utilizou as 600 palavras mais frequentes no inglês gravadas por quatro falantes. Foi utilizado o ruído de duas pessoas falando. Ele foi levemente modificado para que as falas do ruído não fossem compreendidas. O treinamento foi realizado pedindo respostas em conjunto fechado, mas a avaliação pré- e pós-treinamento exigia respostas em conjunto aberto. Foram 24 sessões de treinamento de 75 a 90 minutos para os dois protocolos usados. Houve um ganho significativo em reconhecimento de fala em condição de ruído para 14 dos 16 participantes. Houve generalização do aprendizado para reconhecer palavras inseridas em sentenças por 75% dos

adultos. O treinamento de identificação de palavras em frases com grande frequência de ocorrência auxilia a generalização do aprendizado para identificação de palavras em sentenças. Houve um ganho de 20% nos escores de reconhecimento de palavras em conjunto aberto. Segundo o autor, houve um ganho menor nessa pesquisa do que em pesquisas anteriores com o mesmo programa de treinamento porque houve menos repetições para cada palavra.

Ferguson *et al.* (2014) investigaram os efeitos do treinamento auditivo tanto na habilidade de discriminação de consoantes quanto em habilidades cognitivas em adultos mais velhos de 50 a 74 anos. O treinamento consistiu em uma tarefa que estimulava a discriminação de 11 pares de fonemas /a/ - /uh/, /b/ - /d/, /a/ - /e/, /er/ - /or/, /i/ - /e/, /l/ - /r/, /m/ - /n/, /s/ - sh/ e /s/ - /th/. A generalização dos ganhos auditivos foi verificada para habilidades cognitivas não treinadas. Não houve ganho para percepção de fala (reconhecimento de palavras em sentenças) em ruído. Houve melhora na autoavaliação de prejuízo em condições de escuta complexas e na retenção do aprendizado por pelo menos um mês.

Novos usuários de próteses auditivas com idades entre 60 e 90 anos com perda auditiva neurosensorial de grau leve a moderado foram treinados durante seis sessões. Eles foram avaliados sem próteses (1ª avaliação), após quatro semanas com próteses (2ª avaliação) e oito semanas com próteses (3ª avaliação). Na primeira avaliação não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo experimental e controle (sem treinamento) na escuta com dígitos. Na segunda avaliação houve uma diferença estatisticamente significativa de 15,6% entre o grupo experimental e o controle. Na primeira avaliação do teste de fala com ruído não houve diferença entre os grupos. Na segunda avaliação do teste de fala com ruído a diferença de 11% entre os grupos foi estatisticamente significativa. Na escala *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit* (APHAB) aplicada na terceira e quarta avaliações houve diferença estatisticamente

significativa para as escalas: facilidade de comunicação, escuta em reverberação e escuta em ruído ambiental (Megale, Iório & Schochat, 2010).

Encontraram-se sinais de aprendizado em reconhecimento de fala sem treinamento auditivo com o uso de aparelhos auditivos de segunda e terceira geração, e, implantes auditivos. No entanto, vários autores apontam que o aprendizado é potencializado com a participação em treinamentos auditivos (Gordon-Salant, 2005; Robinson & Summerfield, 1996; Veras & Mattos, 2007; Working Group On Speech Understanding and Aging, 1988). É importante enfatizar que, embora os aparelhos auditivos forneçam benefícios para os idosos na sensação de ouvir e no reconhecimento da fala em ambiente silencioso, em algumas condições de ruído esse reconhecimento fica prejudicado, principalmente para conversação (Gordon-Salant, 2005). Em razão disso, supõe-se que a condição de ruído é desfavorável para comunicação não só de adultos mais velhos como de usuários de aparelhos de amplificação.

Segundo Gordon-Salant (2005) o fato dos aparelhos auditivos não aliviarem as dificuldades que os idosos têm de ouvir os sons degradados desestimula o seu uso e algumas vezes leva ao abandono dos mesmos. Fatores psicossociais e o valor alto dos aparelhos de amplificação individual (atualmente, a unidade de qualquer um dos modelos digital ITC intracanal ou CIC microcanal ou retroauricular custa R\$ 1.800,00) também influenciam a não aquisição dos aparelhos (Tremblay 2005). No entanto, observa-se com a propagação e evolução das tecnologias a popularização dos preços de AASI. Segundo Tremblay (2005) os resultados do treinamento auditivo são encorajadores. Eles reforçam a importância de exercícios focados na escuta como elemento da reabilitação auditiva e mostram que, percepção e fisiologia podem ser alteradas.

Engineer *et al.* (2016) treinaram cinco camundongos a discriminar consoantes e vogais inseridas em palavras em condição de ruído. Eles deveriam discriminar palavras semelhantes como "dad" e "bad" ou "dad" e "deed". Observou-se na tarefa de discriminação de consoantes que, os camundongos tiveram 84,1% de acurácia nas respostas pós-treinamento. Para discriminação de vogais não houve melhora significativa. Ambos os resultados foram para condição de silêncio.

O aperfeiçoamento do reconhecimento da fala e os programas de treinamento auditivo

Sweetow e Palmer (2005) até então identificaram poucas pesquisas sobre treinamento auditivo na língua inglesa que possibilitasse avaliar a eficácia de treinamentos. Segundo os autores, no contexto das pesquisas internacionais a variabilidade nos delineamentos de pesquisas favorecia a obtenção de dados diferentes e dificultava a análise sistemática. Mesmo dentro de uma única pesquisa verificava-se diferenças individuais entre os participantes do ponto de vista cognitivo e de perda auditiva. Boa parte das pesquisas revistas por eles tinham de 8 a 13 participantes, quantidade que dificultava a identificação das diferenças de escores clinicamente importantes em função do treinamento. A grande variabilidade entre os participantes das pesquisas funcionou como fator limitante para identificação das mudanças positivas significativas do treinamento auditivo. No caso do Brasil encontram-se poucas pesquisas na área de treinamento de idosos não usuários de prótese auditiva em reconhecimento de fala (Jorge, 2008; Souza, 2010) que possibilitem verificar a eficácia desse tipo de intervenção no português brasileiro. Acredita-se que isso ocorra em razão da necessidade de estudos multidisciplinares abrangentes que compreendam as áreas de fonética, linguística,

audiologia e psicoacústica para a escolha de estímulos, domínio do uso de aparelhos sofisticados para gravação dos estímulos e desenvolvimento de procedimentos.

Durante os treinamentos os desempenhos das pessoas podem variar entre si. As diferenças individuais de desempenho podem estar relacionadas: à história do prejuízo auditivo dos participantes; à severidade, ao padrão e ao grau de assimetria da perda auditiva; e ao efeito disso para organização binaural do sistema auditivo, ao nível de adaptabilidade e habilidades cognitivas dos participantes (Robinson & Summerfield, 1996; Sweetow & Palmer, 2005). Observa-se também uma grande variabilidade na quantidade dos benefícios obtidos e nas habilidades iniciais de discriminação (Scheehan, McArthur & Bishop, 2005). É possível que a variação na velocidade do aprendizado esteja relacionada à atenção e aos sistemas de processamento da informação, tais como evocação da memória e integração das informações (Tremblay, Kraus & McGee, 1998).

Implicações

O reconhecimento da fala em idosos, em síntese, pode ser dificultado por várias razões: a qualidade do som, os ambientes sonoros complexos, a falta de integridade biológica da pessoa, dos sistemas nervosos auditivos central e periférico e comprometimento cognitivo. Essas alterações geram dificuldades sensoriais e perceptuais que prejudicam a comunicação no dia a dia.

As dificuldades nas várias habilidades auditivas advindas do envelhecimento sensorial do ouvido são bastante conhecidas. Entretanto, como minimizar essas dificuldades e as diversas perdas advindas do envelhecimento sensorial continua sendo objeto de pesquisa. As

dificuldades perceptuais auditivas apontadas são causadas tanto por aspectos sensoriais periféricos e centrais quanto cognitivos. Várias formas de intervenção têm sido sugeridas conforme a gravidade e as dificuldades observadas em cada idoso, como: o implante do aparelho coclear, o uso do aparelho de amplificação sonora individual, o treinamento em estratégias de comunicação, o treinamento auditivo com base comportamental, o treinamento audio visual, entre outros. Relatos de pesquisas sobre treinamento auditivo com adultos mais velhos com perda auditiva comum ao envelhecimento não usuários de aparelho auditivo ou implante coclear ainda são escassos atualmente. Muitas pesquisas que fazem uso de treinamentos auditivos são direcionadas para crianças com Distúrbios do Processamento Auditivo Central (Loo, Rosen & Bamiou, 2016), usuários de AASI (Dubno *et al.*, 2013; Saunders *et al.*, 2016) e implante coclear. Uma alternativa inovadora para contornar os problemas auditivos de idosos com perda neurosensorial é a utilização de técnicas envolvendo a regeneração de células ciliadas da cóclea de mamíferos que, mesmo sendo promissoras, ainda levarão alguns anos para serem utilizadas em humanos (Mizutari *et al.*, 2013).

Segundo Pichora-Fuller (2012) nos anos de 2005 em diante, a literatura inglesa mudou um pouco o foco para adultos mais velhos com perda auditiva de leve a moderada e passou a pesquisar a compreensão da fala em condições ambientais cotidianas. Nos últimos anos, as pesquisas se direcionaram para as relações entre as condições auditivas em condição de ruído, o funcionamento eletrofisiológico e habilidades cognitivas como memória de trabalho, velocidade de processamento, atenção, capacidade de aprendizagem, entre outras. O esforço para ouvir nas várias situações ambientais e condições auditivas também tem sido bastante pesquisado. Um exemplo disso é o conteúdo do suplemento 1 do volume 37 de 2016 da revista *Ear and Hearing* completamente dedicado a publicação dessas pesquisas. As avaliações e treinamentos auditivos

têm usado tecnologias cada vez mais sofisticadas e complexas como o *eye tracker*, a ressonância magnética funcional e softwares de treinamento (Audix, LACE, CASPER, Baldi, CAST, eARena, RMQ, Seeing and Hearing Speech, Speech Perception Assessment and Training System, entre outros).

Por outro lado, as pesquisas sobre plasticidade fomentam a busca por intervenções novas, pois várias pesquisas mostram que pode haver mudanças no cérebro, como a reorganização cerebral ocorrida após experiência, seja ela por estimulação auditiva com substituidores de sinal e amplificadores ou treinamento auditivo (Anderson & Kraus, 2013; Syka, 2002). Por isso, atualmente, mostra-se indicado que as pessoas com perda auditiva adotem estratégias cognitivas e comportamentais, se necessário usem AASI e substituidores de sinal para melhorarem o reconhecimento da fala e assim melhorem sua qualidade de vida.

Nos últimos anos, a tecnologia dos AASI têm se aperfeiçoado muito rapidamente. O processamento do sinal dos aparelhos auditivos modernos evoluiu de linear, canal único e analógico para não linear, multicanal e digital. As vantagens dos aparelhos auditivos digitais modernos em relação aos analógicos são: as próteses auditivas não lineares incluem cancelamento de feedback, mais flexibilidade na definição das respostas de ganho de frequência, melhores algoritmos de redução de ruído e otimização de microfones em instrumentos direcionais. Porém, a amplificação fornecida pelo aparelho auditivo é pouco efetiva para minimizar os efeitos da perda auditiva em pessoas com sistema auditivo central alterado (Kochkin, 2005) ou com problemas cognitivos importantes para a comunicação eficiente. Por isso, a importância do treinamento auditivo, tanto para as pessoas mais velhas que não têm indicação para uso do AASI, mas têm dificuldade de reconhecimento de fala, como para as pessoas que precisam aprender a escutar com o AASI.

Observa-se na literatura que usuários de aparelhos auditivos regularmente deixam de usar os aparelhos porque os mesmos não aliviam as dificuldades que têm para ouvir sons degradados (Gordon-Salant, 2005). Considerando que, usuários de aparelhos auditivos, adultos mais velhos presbiacúsicos e com audição normal (<25 dB NA para frequências até 8000 Hz, segundo a audiometria convencional) apresentam regularmente baixo desempenho em reconhecimento de fala nos ambientes ruidosos, pode-se inferir que, não seja suficiente para o reconhecimento da fala somente a amplificação sonora. Em outros casos, adultos mais velhos se queixam de dificuldade para se comunicar em ruído, mas não têm indicação para o uso de AASI. Em razão disso e dos resultados observados nas pesquisas sobre treinamento auditivo, infere-se que, o treinamento auditivo seja útil para pessoas com presbiacusia de grau leve ou com dificuldade para se comunicar em ambientes ruidosos.

Vários tipos de treinamento podem ser utilizados para a reabilitação, entretanto, a maximização dos benefícios dependerá das características do protocolo de treinamento e da finalidade desejada. Não se encontram estabelecidas na literatura pesquisas suficientes que respondam claramente sobre as vantagens de cada tipo de treinamento em relação aos tipos de comunicação oral (conversação, discursos, anúncios, avisos sonoros entre outros), portanto não é possível classificar os melhores tipos de treinamento para os tipos existentes de comunicação oral. Entretanto, alguns subsídios podem ser identificados. Sweetow e Palmer (2005) sugerem que treinamento em palavras isoladas, difíceis do ponto de vista lexical, é mais benéfico que treinamento de palavras chaves imersas em sentenças para fins de conversação.

Segundo alguns pesquisadores da área (Robinson & Summerfield, 1996; Sweetow & Palmer, 2005) o importante ao criarmos treinamentos é atentarmos para os seguintes aspectos: quanto maior a complexidade da tarefa, maior o período de tempo requerido para que se

aprenda; quanto mais semelhantes são as características do treinamento e as características da tarefa-teste, maior a transferência do aprendizado; quanto mais parecidas são as palavras treinadas das palavras usadas diariamente maior o potencial de reconhecimento das palavras na fala corrida; por fim, quanto maior a variabilidade dos estímulos durante o treinamento maior a possibilidade de generalização para situações cotidianas. Afirma-se ainda que quanto mais os idosos escutam e interagem com as histórias contadas por conhecidos no dia a dia, mais a memória episódica de longo prazo é trabalhada no sentido de registrar as sequências de eventos, os autores da história, entre outros. Esses aspectos são relevantes para interpretação dos pronomes ambíguos, frases e sentenças (Working Group on Speech Understanding and Aging, 1988).

Podemos afirmar que treinamentos auditivos e estimulações auditivas merecem atenção e investimentos. Treinamentos auditivos são sempre benéficos e contém baixa probabilidade de prejudicar o sistema auditivo ou a pessoa submetida a essa intervenção (Sweetow & Palmer, 2005). Portanto, pesquisas que apontem direções das melhores formas de aproveitamento de treinamentos são importantes e necessárias para que novas formas de reabilitação possam ser empregadas, principalmente quando se tem a possibilidade do aproveitamento da audição residual.

Justificativa, Objetivos e Hipóteses

Considerando que a população brasileira está envelhecendo e que a expectativa de vida aumenta progressivamente, é importante que se desenvolvam materiais, instrumentos, métodos, produtos e equipamentos configurados de modo a respeitar as particularidades do funcionamento biológico das pessoas mais velhas que precisam procurar auxílio para reverter

ou minimizar os danos causados pelo tempo e, também, a manterem sua independência nas atividades da vida diária. Como foi descrito anteriormente, o envelhecimento dos sistemas sensoriais prejudica a eficiência do processamento e funcionamento do organismo.

A perda auditiva neurosensorial que ocorre com o envelhecimento, mesmo que mínima, acarreta vários prejuízos como a dificuldade de localização sonora, a percepção de falas rápidas e sintetizadas e a compreensão da fala em ambientes com ruídos, ou seja, a maior parte dos ambientes de que desfrutamos no dia a dia. Compreender mal o que é falado traz vários prejuízos para as relações interpessoais, provocando isolamento social que acarreta vários outros prejuízos. Como esta perda auditiva é esperada e comum entre pessoas mais velhas, muitas vezes o prejuízo que ela causa “não tem valor”, aparentemente não causa muitos transtornos para mobilizar alguma forma de intervenção.

O ruído mais prejudicial para a inteligibilidade da fala entre adultos mais velhos é o ruído formado por várias pessoas falando simultaneamente, pois ele abarca várias frequências que podem gerar interferência fonética e acústica na fala alvo. Conseguir se comunicar bem em lugares ruidosos do cotidiano é muito importante para que as pessoas tenham seus direitos e sua dignidade preservada. Desta forma, propõe-se nesta pesquisa o treinamento auditivo de discriminação fonêmica entre palavras com vizinhança fonêmica.

O objetivo geral deste trabalho foi: criar um procedimento e um protocolo informatizado para treinar auditivamente adultos mais velhos com perfil compatível com presbiacusia em reconhecimento de palavras do português brasileiro. Os objetivos específicos foram: desenvolver e testar um novo protocolo informatizado de treinamento auditivo para o falante do português brasileiro em condição de murmúrio multifalante; verificar o desempenho em reconhecimento das palavras treinadas e não treinadas em adultos mais velhos em condição de

murmúrio, a fim de averiguar a capacidade de aprendizagem e de generalização para o reconhecimento de palavras; e analisar como os participantes percebem a sua escuta pré e pós-treinamento. Como hipótese, esperava-se que os participantes aumentassem o seu desempenho em reconhecimento de palavras em condição de ruído e se beneficiassem desse aprendizado para melhorar sua capacidade de comunicação em ambientes ruidosos. Esperava-se também que, a percepção auditiva na escala de auto avaliação se mantivesse igual ou melhor.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética de Ciências Humanas da Universidade de Brasília sob número 1.487.783.

Métodos

Delineamento Geral do Experimento

Na tabela 2 são descritos os procedimentos realizados neste trabalho.

Tabela 2.

Descrição resumida dos procedimentos da pesquisa.

Procedimentos	Descrição
Procedimentos pré-experimentais	
1º Desenvolvimento do software	Foi desenvolvido um software para fins de avaliação e treinamento.
2º Avaliação da inteligibilidade dos áudios	Os áudios dos pares mínimos foram ouvidos por jovens para verificação da inteligibilidade dos mesmos. Os áudios dos pares mínimos que se mostraram inteligíveis foram usados no treinamento auditivo. Abrangeu duas sessões.
3º Triagem e avaliação do desempenho pré-treinamento em reconhecimento de palavras em condição de murmúrio para palavras treinadas e não treinadas	Foi realizada a triagem auditiva e cognitiva dos adultos. Verificou-se os desempenhos para reconhecer/ discriminar palavras que seriam treinadas (lista B) e palavras novas que não seriam treinadas (lista D). Foi aplicada uma medida de auto-avaliação da escuta (HHIE). Abrangeu três a quatro sessões.
4º Calibração dos estímulos	A partir dos resultados obtidos no procedimento anterior foram verificadas as intensidades mínima e máxima do ruído que seriam usadas no treinamento auditivo com os adultos. Não foi necessária uma sessão específica para esse procedimento.
Procedimentos experimentais	
Treinamento auditivo	Foi realizado o treinamento auditivo com os adultos usando os pares mínimos selecionados previamente (listas "B" e "C"). Os participantes foram treinados a reconhecer/discriminar palavras que se diferenciavam por um fonema apenas. Abrangeu seis sessões.
Procedimentos pós-experimentais	
Retestagem do desempenho pós-treinamento em reconhecimento de palavras para palavras treinadas e não treinadas usando o murmúrio	Foram reaplicados os testes de desempenho pré-treinamento para verificar a eficácia do treinamento usando as palavras treinadas e não treinadas. Foi reaplicada uma medida de auto-avaliação da escuta (HHIE). Abrangeu uma sessão.

A primeira parte da seção de Método descrita a seguir (páginas de 50 a 56) teve por objetivo justificar decisões em relação ao delineamento, à escolha de materiais e de estímulos nesse trabalho. Esse trabalho foi dividido em três classes de procedimentos: os pré-experimentais, os experimentais e os pós-experimentais.

Os procedimentos pré-experimentais abrangeram: o desenvolvimento do software, a avaliação da inteligibilidade dos pares mínimos gravados em áudio (em jovens); as triagens auditiva e cognitiva (dos adultos mais velhos), a aplicação da avaliação de desempenho pré-treinamento em reconhecimento de palavras usando a lista “B” e a lista "D"; a aplicação do Questionário de Handicap Auditivo para Idosos (*The Hearing Handicap Inventory for the Elderly* - HHIE); a verificação das intensidades mínima (inicial) e máxima (final) de apresentação do mascarador durante a sessão de treinamento (adultos mais velhos). Os procedimentos experimentais abrangeram aqueles relativos ao próprio treinamento auditivo. E os procedimentos pós-experimentais abrangiam a retestagem do desempenho em reconhecimento de palavras usando a lista “B” e a lista de palavras que não foi treinada (lista D), ambas em condição de murmúrio, e a reaplicação do HHIE. A seguir, estão justificadas as escolhas metodológicas para os procedimentos pré-experimentais.

Procedimentos pré-experimentais. Os procedimentos pré-experimentais abrangeram aqueles procedimentos que preparavam as condições para realização do treinamento auditivo. O primeiro procedimento pré-experimental visou desenvolver um software para que pudesse ser realizado o protocolo do treinamento. O segundo procedimento pré experimental visou escolher os pares mínimos (duas palavras semelhantes com apenas um fonema consonantal diferente) que possuíam alto grau de inteligibilidade. Com isso, foi assegurado que os estímulos selecionados possuíam boa qualidade acústica para serem usados no treinamento auditivo.

Foram escolhidos como estímulos pares mínimos porque o par mínimo é composto por palavras que possuem significado e o aspecto dinâmico da cadeia da fala (Carvalho, 2007). Pares mínimos, também, evitam a dispersão da atenção por não exigirem atenção na busca pelo acesso léxico da palavra (Carvalho, 2007). Foram usadas as quatro listas de pares mínimos “A”, “B”, “C” e “D” (vide Anexo A) desenvolvidas por Andrade (2010), que foram adaptadas a partir da lista de 284 pares mínimos pesquisados por Mota (2001). A lista “A” foi composta por oito pares mínimos e foi usada na atividade de familiarização com a tarefa. Os pares mínimos desta lista continham fonemas discriminativos com 5 traços distintivos, por isso eram mais fáceis de serem discriminados e mais didáticos para o ensino da tarefa. As listas “B”, “C” e “D” possuíam pares mínimos com três traços distintivos que eram mais difíceis de serem discriminados, representando assim, as situações diárias que geram as maiores dificuldades para os adultos com algum prejuízo auditivo. As listas “B” e “C” foram usadas no treinamento propriamente dito porque continham todos os fonemas do português brasileiro e foram balanceadas quanto ao número de fonemas, ou seja, possuíam uma representação equivalente de fonemas com características de baixa, média e alta frequência.

Os pares mínimos gravados em áudio foram ouvidos e avaliados em condição de silêncio por 23 adultos jovens de 18 a 25 anos, com audição classificada como normal (limiars ≤ 25 dB NA), para verificar a qualidade da gravação e pronúncia das palavras. As palavras pertencentes aos pares mínimos das listas “A”, “B”, “C” e “D” foram consideradas inteligíveis e próprias para uso se fossem reconhecidas por 80% dos jovens a 64dB NA. Definiu-se esta porcentagem por ser amplamente usada nos testes de reconhecimento de fala no ruído, e representar uma quantidade significativa de acertos (Momensohn-Santos, Dias, Valente & Brasil, 2009). Escolheu-se emitir os áudios das palavras a 64dB NA porque este valor está

incluído na faixa de valores de intensidade em que comumente se fala (Momensohn-Santos *et al.*, 2009). Em seguida, estão justificadas as escolhas metodológicas para o segundo e o terceiro procedimentos pré-experimentais, que se inter-relacionavam e foram realizados com os adultos mais velhos.

A terceira parte dos procedimentos pré-experimentais abrangeu: as triagens auditiva e cognitiva, a aplicação da avaliação de desempenho pré-treinamento em reconhecimento de palavras usando a lista de palavras treinadas "B" e a lista de palavras que não foram treinadas "D"; a aplicação do Questionário de Handicap Auditivo para Idosos (HHIE); na quarta parte dos procedimentos experimentais (calibração dos estímulos) foi realizada a verificação das intensidades mínima (inicial) e máxima (final) de apresentação do mascarador durante a sessão de treinamento.

Foi realizada a triagem auditiva para minimizar as variáveis intrínsecas aos participantes e homogeneizar a amostra. Eles deveriam atender e atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre 55 e 73 anos, sensibilidade auditiva por via aérea ≤ 40 dB NA para a média das frequências de 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (Gonçales & Cury, 2011), escolaridade mínima de ensino fundamental completo, orelha média preservada, ausência de doenças das orelhas ao longo da vida e habilidades cognitivas para aprender a tarefa. Perdas maiores que 40 dB NA poderiam dificultar o aprendizado da discriminação de fonemas que são naturalmente emitidos em baixa intensidade, como /f/ e /v/. Para aferir a saúde auditiva, foi realizada uma anamnese adaptada de Silva (2003). Por meio dela, verificou-se a ocorrência de infecções, zumbido, o histórico de exposição a substâncias ototóxicas e a ruídos, e, a predisposição genética a perda auditiva. Esses cuidados foram tomados a fim de selecionar, exclusivamente, idosos com as características auditivas compatíveis com presbiacusia.

Assim, foram selecionados aqueles adultos mais velhos que tinham orelhas médias preservadas, ou seja, apresentavam os valores das avaliações de sensibilidades auditivas por via aérea e óssea acoplados, ou seja, com no máximo 10 dB NA de diferença nas mesmas frequências para minimizar a possibilidade de seleção de participantes com perda condutiva.

A triagem cognitiva incluiu como instrumento o teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey (RAVLT). Este teste foi escolhido porque permite a identificação do estado da memória e a capacidade de aprendizagem auditiva, minimizando a possibilidade de serem escolhidas pessoas com dificuldades para aprender a tarefa. Esse cuidado foi tomado tendo em vista que, alterações da memória como fator primário comprometem o aprendizado e o desempenho dos participantes nesse tipo de tarefa, independentemente do nível da perda auditiva (Burk & Humes, 2008; Humes & Floyd, 2005; Marshall, 1981). No Brasil, o RAVLT foi traduzido, adaptado e normatizado por Malloy-Diniz *et al.* (2000) para aplicação em adolescentes, adultos e idosos. Na versão desenvolvida com uma amostra de idosos normais, as listas de palavras originais foram substituídas por dissílabos concretos de alta frequência na língua portuguesa praticada no Brasil (Malloy-Diniz *et al.*, 2007). O RAVLT é um dos instrumentos neuropsicológicos mais utilizados na prática clínica para detectar problemas de memória e capacidade de aprendizagem auditiva. Ele, também, sinaliza condições de pré-demência e demência (Cotta *et al.*, 2011).

Para medir a auto percepção da escuta aplicou-se o Questionário de Handicap Auditivo para Idosos (HHIE - Ventry & Weinstein, 1982). Esse questionário foi escolhido porque é largamente usado na literatura. Ele foi, inicialmente, desenvolvido para verificar a auto percepção dos idosos acerca dos benefícios obtidos com o uso do aparelho auditivo de amplificação sonora individual em situações cotidianas. Atualmente, ele também tem sido

utilizado para triagem auditiva e auto percepção da perda auditiva ocorrida com o envelhecimento.

A terceira etapa foi a avaliação de desempenho pré-treinamento e a calibração. Anteriormente à avaliação, foi aplicada uma amostra da tarefa que serviu como familiarização para essa avaliação e para o treinamento. A familiarização foi importante para os participantes entenderem a tarefa e responderem com mais acurácia, desde o início, a avaliação de desempenho. Para a tarefa de familiarização foi usada a lista "A" (Andrade, 2010). Durante a familiarização foram apresentadas oito palavras dos oito pares mínimos da lista "A" para a tarefa não se tornar muito longa. As apresentações tanto do sinal quanto do mascarador foram realizadas binaural e simultaneamente, com as mesmas características das tentativas que seriam apresentadas na avaliação e no treinamento.

Foram realizadas avaliações de desempenho pré e pós-treinamento para possibilitar a análise de desempenho dos adultos em tarefas de reconhecimento de palavras que não seriam treinadas (lista "D") e palavras que seriam treinadas (lista "B"). A avaliação de desempenho e a calibração foram realizadas executando o mesmo procedimento para diminuir a quantidade de sessões e a possibilidade de desistência dos participantes. Então, foi aplicado um procedimento de avaliação de desempenho pré-treinamento. Esta avaliação era feita usando várias razões S/R. Era analisado o desempenho em cada razão S/R para verificar em qual razão S/R as porcentagens de acertos eram compatíveis com o critério do LRFR (40% a 60% na lista "B").

O outro procedimento, de avaliação da capacidade de generalização, usava a razão S/R em que o participante tivesse reconhecido corretamente de 40 a 60% das palavras da "B" para descobrir o desempenho usando a lista "D". Considerando que, as listas "B" e "D" eram equivalentes do ponto de vista fonético, utilizou-se a razão S/R em que ocorreu o LRFR da lista

"B" como referência na avaliação de desempenho pré-treinamento com a lista "D". Foi realizada a avaliação de desempenho com uma lista que não seria usada no treinamento para verificar se o aprendizado serviria para discriminar fonemas semelhantes em outras palavras cotidianas (generalização do aprendizado). A seguir é justificado o procedimento que definiu as intensidades inicial e final do murmúrio multifalante que foram usadas durante o treinamento.

A avaliação de desempenho pré-treinamento em reconhecimento de fala em condição de murmúrio multifalante com a lista "B" forneceu informações para calibração do murmúrio que foi usado durante o treinamento. Então, para descobrir qual intensidade inicial o mascarador deveria ter durante o treinamento e fazer a análise de desempenho foram usadas as razões S/R de 0, -3, -6 e -9 dB, ou seja, razões em que o sinal estava em nível igual ou inferior ao do ruído pelo valor de decibéis especificado. A razão S/R na qual os participantes reconheceram entre 40 e 60% das palavras corretamente (poderia ser na razão S/R 0 para um participante e -3 para outro participante) e as duas razões S/R seguintes mais favoráveis, ou seja, em que o nível do sinal era relativamente mais alto, foram escolhidas para serem usadas durante o treinamento e como referência para análise de desempenho. Isso quer dizer que houve participante que foi testado nas razões S/R 0, -3, -6 e -9 e outro nas razões S/R 0, -3 e -6. Concluindo, no treinamento foi usada como a razão S/R mais desfavorável, aquela que era mais difícil para os participantes reconhecerem as palavras, e como a razão sinal ruído mais favorável a primeira em que ocorreu o maior número de reconhecimento de palavras correto. Usar razões S/R que permitia muitos acertos deixava a tarefa relativamente fácil e motivava os participantes minimizando a mortalidade de participantes. A seguir, são apresentadas as justificativas metodológicas de escolhas procedimentais do treinamento auditivo.

Procedimentos experimentais. Como foi solicitada aos participantes, na etapa anterior, a execução de uma amostra da tarefa de avaliação (familiarização), que correspondia ao que era pedido na tarefa de treinamento, a familiarização não foi reaplicada no início da sessão de treinamento. Foram executadas seis sessões de treinamento com duração total de 5h aproximadamente. Foi escolhido este número de horas porque é o mesmo utilizado no experimento de Burk e Humes (2007), no qual apontam o aumento do desempenho em reconhecimento de palavras a partir de 5 horas de treinamento. A apresentação das listas seguiu a ordem exposta na Tabela 3. Cada palavra da lista foi apresentada uma vez em ordem semi randômica, ou seja, a mesma palavra do par não podia ser exibida em sequência.

Tabela 3.

Conteúdo das sessões de treinamento.

1ª sessão: listas B, C, B	4ª sessão: listas C, B, C
2ª sessão: listas C, B, C	5ª sessão: listas B, C, B
3ª sessão: listas B, C, B	6ª sessão: listas C, B, C

Cada tentativa do treinamento começou com a apresentação do murmúrio multifalante. Ele iniciou 700ms antes da palavra-estímulo ser apresentada, envolveu a palavra-estímulo e permaneceu 700ms após a palavra ser finalizada. Este procedimento assegurou que a palavra fosse completamente mascarada. A palavra tinha um tempo variável em torno de 300ms, e o tempo para resposta era de 5 segundos. Depois da resposta, havia um intervalo de silêncio entre tentativas de 100ms, e em seguida a apresentação de outra palavra. O participante deveria apontar com o mouse a palavra escrita que fosse correspondente à ouvida. O tempo total da tentativa, incluindo o tempo de apresentação do estímulo e o tempo de resposta, não

ultrapassava 7 segundos. Cada lista apresentada tomava em torno de 15 minutos e a sessão toda em torno de 50 minutos. A duração de cada evento foi escolhida com base no experimento piloto e no *feedback* de estudantes de pesquisa do laboratório. Maiores detalhes da tarefa vide procedimentos páginas 67 e 68.

Foi escolhido o murmúrio multifalante composto por 8 falantes porque segundo Simpson e Cooke (2005) o murmúrio multifalante gera interferência na identificação de consoantes, principalmente, quando há 8 falantes gerando o ruído. O murmúrio multifalante gravado por Andrade (2010) possui essa característica.

Procedimentos pós-experimentais. Uma semana após o treinamento, foi realizada a avaliação do desempenho pós-treinamento para as palavras treinadas e não treinadas e foi aplicado o HHIE, ambos aplicados com objetivo de análise da eficácia quantitativa e qualitativa do treinamento. Na próxima seção estão descritos detalhadamente os experimentos.

Participantes

Participantes do procedimento de verificação de inteligibilidade dos arquivos de áudio. Participaram 23 jovens com idades entre 18 e 25 anos classificados com audição normal ≤ 25 dB NA.

Participantes dos procedimentos de calibração e treinamento auditivo. Participaram 9 adultos mais velhos com idades entre 58 e 73 anos. Estes apresentavam todas as características solicitadas nos critérios de inclusão.

Recrutamento, critérios de inclusão e triagem

Recrutamento dos participantes do procedimento de verificação de inteligibilidade dos arquivos de áudio. Foram recrutados 24 jovens. Uma jovem foi dispensada da pesquisa porque apresentou perda auditiva. Os jovens foram recrutados em salas de aula do curso de Psicologia.

Recrutamento dos participantes dos procedimentos de calibração e treinamento auditivo. Foram recrutados 55 adultos mais velhos, com idades entre 58 e 73 anos, desses 14 atendiam aos critérios de inclusão e 5 não aceitaram participar do treinamento. Os adultos mais velhos foram recrutados por meio de anúncios no campus e nas salas de aula dos cursos de extensão de inglês e espanhol, oferecidos pelo projeto UnB Idiomas. Os adultos que se interessaram passaram por avaliações de triagem da saúde auditiva e das habilidades cognitivas.

Triagem da saúde auditiva dos jovens. Os jovens passaram por entrevista breve e avaliação da sensibilidade auditiva por via aérea para as frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000Hz.

Triagem da saúde auditiva dos adultos mais velhos. Foram realizadas duas avaliações de sensibilidade auditiva, uma por via aérea para as frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz e outra por via óssea para as frequências de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz. Os participantes foram avaliados até 8000 Hz porque estes deveriam apresentar aumento gradual e simétrico em ambos os ouvidos dos limiares para frequências altas e a sensibilidade auditiva deveria ser ≤ 40 dB NA para frequências de 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz em ambos os ouvidos. Isto foi feito para fins de triagem dos participantes e análises futuras sobre a capacidade de aprendizado de discriminação de fonemas e a sensibilidade auditiva para

frequências baixas, médias e altas. Os critérios de inclusão incluíram as orelhas médias preservadas, ou seja, as sensibilidades auditivas da via aérea e óssea acopladas. Os participantes adultos mais velhos da pesquisa não poderiam: ter sido expostos a ruídos altos de modo contínuo (profissões insalubres, ir para lugares com alta exposição a ruídos regularmente, entre outras atividades); apresentado doenças auditivas recorrentes (por exemplo, infecções) e consumido medicamentos ototóxicos ao longo da vida por período contínuo. Os candidatos deveriam ter queixas referentes ao reconhecimento ou compreensão da fala em condição de ruído. Esses últimos critérios foram verificados por meio de anamnese auditiva adaptada de Silva (2003) e pelo questionário de autoavaliação da escuta HHIE (Ventry & Weinstein, 1982).

Triagem das habilidades cognitivas. Os candidatos adultos mais velhos para serem selecionados deveriam apresentar a memória preservada, capacidade de aprendizagem auditivo verbal e escolaridade de pelo menos ensino fundamental completo, a fim de minimizar a variabilidade potencial no domínio do português e a dificuldade de aprender a tarefa experimental. Portanto, eles não poderiam apresentar sinais de declínio cognitivo ou demência, pois isto poderia comprometer o aprendizado da discriminação fonêmica durante o treinamento. Para verificar isso foi aplicado o RAVLT. Foram consideradas as recomendações de Malloy-Diniz *et al.* (2000) para correção e interpretação dos resultados desse teste. Aqueles que apresentassem resultados abaixo do esperado, ou seja, apresentassem declínio cognitivo ou problemas de memória eram encaminhados para atendimento especializado, conforme o caso. Os valores de referência foram: A1=4,57 (d.p.=1,42), A2=6,72 (d.p.=2,38), A3=7,72 (d.p.=2,46), A4=8,92 (d.p.= 2,31), A5=9,92 (d.p.=1,33); Total A1+A5= 37,83 (d.p.= 8,13); B1=3,65 (d.p.=1,42); A6=7,7 (d.p.=2,38), A7= 7,3 (d.p.=2,46). Todos atenderam a todos os critérios de inclusão.

Ambiente experimental

A avaliação da sensibilidade auditiva foi realizada no Laboratório de Psicobiologia do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, em uma cabine acústica da Industrial Acoustics Company, dentro de sala com paredes revestidas por material de tratamento acústico. Nessa sala, fora da cabine, foram aplicadas a triagem, as avaliações pré e pós-treinamento e o treinamento.

Materiais, instrumentos e equipamentos

Para avaliação da sensibilidade auditiva foi utilizado um audiômetro modelo AC 40 da Interacoustics. Para o treinamento utilizou-se um computador HP Probook icore 7 da Intel e fones de ouvido supra-aurais Koss R/80, calibrados de acordo com a norma ISO 8253-1.

Foi desenvolvido um software (Treaudi) para fazer a verificação da inteligibilidade dos áudios com os jovens, a avaliação de desempenho e o treinamento auditivo. No Treaudi foi possível criar perfis de calibração do sinal e do som competitivo estabelecendo um ou mais níveis de intensidades específicas. O experimentador pôde escolher uma única intensidade de ruído do início ao fim de uma rodada ou mais de uma intensidade, que variava durante a rodada de apresentação dos estímulos ou simplesmente não colocar som competitivo. O experimentador poderia também escolher a intensidade do sinal.

O software Treaudi foi desenvolvido por profissional da área utilizando a linguagem JAVA. Este software possui funções programáveis que permitem a edição ou *upload* de listas de palavras escritas e imagens que aparecem nas telas de avaliação ou treinamento. Nessas telas

podem ser apresentadas apenas palavras escritas ou palavras escritas e imagens. A figura 1 mostra a tela de edição das listas. A figura 1 exemplifica as listas que foram inseridas. Nessa tela também era possível alterar e excluir listas.

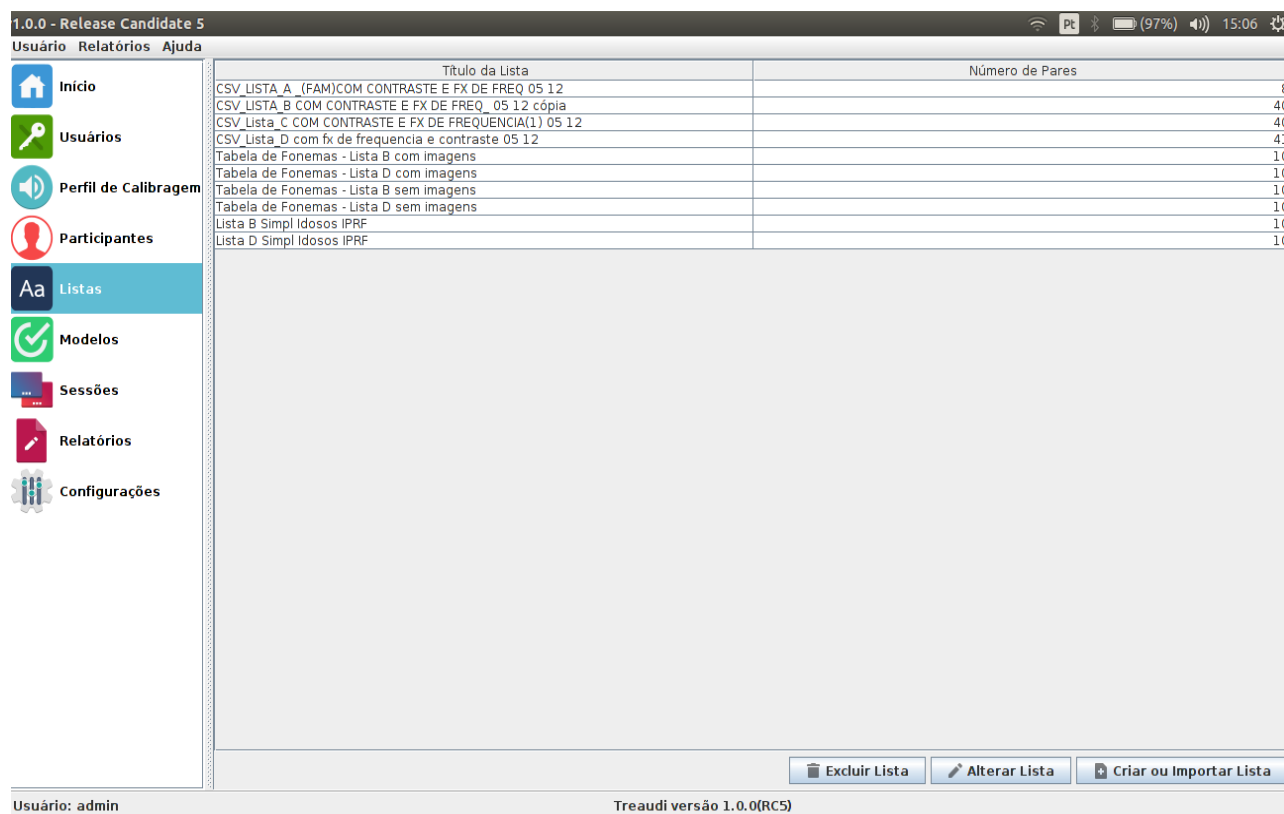


Figura 1. Tela de edição de listas.

No Treaudi na aba “Modelos” era possível especificar como como deveria ocorrer uma rodada de apresentação de uma lista de palavras. Um modelo de apresentação pode ser criado escolhendo os seguintes itens e atributos: a lista, a apresentação das duas palavras ou só uma palavra do par, a aleatoriedade ou não da posição das palavras escritas na tela, aleatoriedade ou não da sequência das palavras da lista apresentadas nos fones, a presença ou não do ruído, a quantidade da variação do ruído, a presença ou não do *feedback* auditivo com ruído, a duração

dos eventos durante a avaliação ou treinamento e o número de vezes que as palavras seriam apresentadas. A figura 2 exemplifica parte da criação de um modelo.

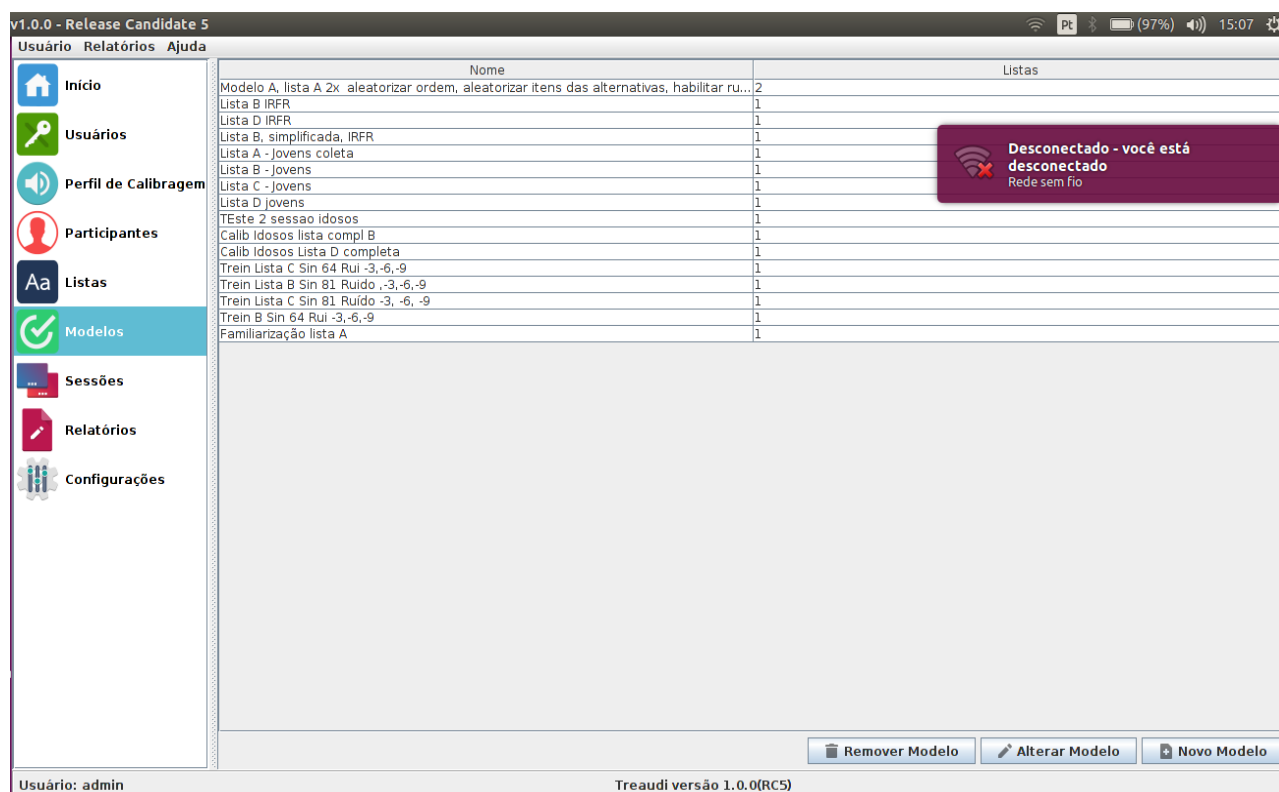


Figura 2. Tela de edição de modelos para o funcionamento de cada rodada.

Em uma sessão era possível adicionar blocos de apresentação. Um bloco compreende a(s) rodada(s) de apresentação de uma lista, o modelo de apresentação dos estímulos e o participante. No cadastro que foi feito para o participante são registradas várias informações que são condensadas em relatórios. Os relatórios podem ser solicitados de acordo com as informações que o usuário necessita. Eles podem conter informações como: o nome do participante, código de identificação (id) do participante, lista, modelo, intensidade do sinal, intensidade do ruído, razão S/R usada em cada palavra, a resposta (erro, acerto e omissão),

quais classes de palavras foram mais erradas (segundo a faixa de frequência baixa, média ou alta) e o tempo de reação para responder. A figura 3 mostra parte de um relatório.

	Grupo de Contraste	Opção 1	Contraste 1	Fx.Freq. 1	Opção 2	Contraste 2	Fx.Freq. 2	Opção Correta	Correto	Errado	Omissão	Tempo de Resposta	Sinal	Ruído	S/R
FREQ_05_12_cópia/m/n		MÃO	m	Baixa	NAO	n	Baixa	MÃO	X			4321	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/ã		FINA	n	Baixa	FILHA	ã	Baixa	FINA	X			3997	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/f/z		XIZ	f	Média	GIZ	z	Média	XIZ	X			1458	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/z/t		ZEZA	z	Alta	TELA	t	Alta	TELA			X	5000	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/b/g		BATO	b	Baixa	GATO	g	Baixa	GATO		X		3520	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/d/k		DAMA	d	Média	CAMA	k	Baixa	CAMA	X			3443	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/v/r		COLHE	λ	Baixa	CORRE	R	Baixa	CORRE	X			3029	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/z/b		JARRO	z	Média	BARRO	b	Baixa	BARRO	X			3443	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/m/k		MULHER	m	Baixa	COLHER	k	Baixa	MULHER	X			3029	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/f/j		FEIO	f	Alta	CHEIO	j	Média	FEIO		X		3493	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/v/f		VILA	v	Alta	FILA	f	Alta	VILA			X	5000	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/b/m		BOLA	b	Baixa	MOLA	m	Baixa	BOLA	X			1426	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/d/t		DIA	d	Média	TIA	t	Alta	TIA	X			2252	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/k/f		CAIXA	k	Baixa	FAIXA	f	Alta	FAIXA	X			1703	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/d/s		SODA	d	Média	SOJA	z	Média	SODA	X			1528	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/g/f		GRUTA	g	Baixa	FRUTA	f	Alta	FRUTA	X			1370	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/d/m		DEDO	d	Média	MEDO	m	Baixa	MEDO			X	5000	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/k/p		CONTA	k	Baixa	PONTA	p	Baixa	CONTA			X	5000	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/z		CANAL	n	Baixa	CASAL	z	Alta	CASAL	X			1244	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/l/z		LIXA	f	Média	LISA	z	Alta	LISA	X			2538	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/z/g		JATO	z	Média	GATO	g	Baixa	JATO	X			1191	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/r		CANECA	n	Baixa	CARECA	r	Baixa	CARECA	X			1565	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/b/z		RABO	b	Baixa	RASO	z	Alta	RASO	X			1322	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/z/s		ZINCO	z	Alta	CINCO	s	Alta	CINCO	X			1344	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/k/t		COURO	k	Baixa	TOURO	t	Alta	COURO	X			1396	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/l/p		CHÃO	f	Média	PÃO	p	Baixa	PÃO		X		5000	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/b/t		BRINCO	b	Baixa	TRINCO	t	Alta	BRINCO	X			1996	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/z/f		JANTA	z	Média	FANTA	f	Alta	FANTA	X			1292	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/l		PUNHO	η	Baixa	PULO	l	Baixa	PUNHO	X			3048	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/l/b		LIXO	l	Baixa	BICHO	b	Baixa	LIXO	X			1325	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/v		NINHO	n	Baixa	VINHO	v	Alta	NINHO	X			1844	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/z		LONIA	n	Baixa	LOJA	z	Média	LONIA	X			2715	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/r/r		CARRINHO	R	Média	CARRINHO	r	Baixa	CARRINHO	X			2409	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/s/v		SENTAR	s	Alta	VENTAR	v	Alta	SENTAR	X			2659	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/v/p		VÓ	v	Alta	PÓ	p	Baixa	PÓ	X			1249	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/ã		GATINHO	n	Baixa	GATILHO	ã	Baixa	GATINHO			X	5000	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/n/d		NATA	n	Baixa	DATA	d	Média	NATA	X			1293	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/m/t		MAPA	m	Baixa	TAPA	t	Alta	TAPA	X			3913	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/R/k		CARRO	R	Baixa	CACHO	k	Baixa	CARRO	X			1556	64	70	-6
FREQ_05_12_cópia/d/v		CADEIRA	d	Média	CAVEIRA	v	Alta	CAVEIRA			X	5000	64	70	-6

Figura 3. Tela com amostra de um modelo de relatório

Procedimentos

Procedimentos do estudo piloto. Foi realizada uma simulação da avaliação de desempenho em reconhecimento de palavras em condição de murmúrio multifalante pré-treinamento com estudantes envolvidos em projetos de pesquisa no laboratório para fins de avaliação do desempenho do programa e do procedimento planejado com base na literatura. Com base, também, nas características do computador e na avaliação de um participante piloto, foram feitos alguns ajustes em relação aos procedimentos planejados. Isso foi necessário porque

foram desenvolvidos um procedimento novo e um programa informatizado para essa pesquisa, dessa forma ambos precisavam de uma testagem inicial para assegurar que fossem procedimentos executáveis.

Os procedimentos de avaliação pré-treinamento e o protocolo de treinamento foram padronizados para todos os participantes mais velhos após os ajustes efetuados. Os ajustes foram implementados a partir das observações feitas com a simulação aplicada nos estudantes do laboratório e no participante piloto. Na avaliação com os estudantes de pesquisa do laboratório, observou-se que 300ms de duração de ruído pré e pós-palavra era muito curto, então sua duração foi ampliada para 700ms.

O participante 6 foi considerado piloto e referência para mudança no número de rodadas em uma sessão de treinamento e na intensidade do sinal que seria usada para cada participante. Na primeira sessão de treinamento, o participante 6 executou 4 rodadas das listas "B" e "C". Como a sessão durou em torno de 1h e 15 minutos, mais que o planejado (50 minutos), foi decidido que para os outros participantes seriam apresentadas 3 rodadas com as listas "B" e "C". O perfil auditivo dos participantes foi cuidadosamente selecionado para ser semelhante, possibilitando a intensidade fixa do sinal em 64dB NA para os adultos mais velhos em todas as fases da pesquisa.

Procedimentos pré-experimentais. O primeiro procedimento pré-experimental foi realizado com jovens para verificar a inteligibilidade das palavras/pares mínimos das listas "A", "B", "C" e "D" que foram usadas no treinamento auditivo. Foram recrutados 23 jovens com idade entre 18 e 25 anos os quais leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo "D"). Os jovens apresentaram audição normal (≤ 25 dB NA), e ausência de infecções auditivas recorrentes e outros comprometimentos auditivos. Para verificar esses

critérios foram realizadas: breve entrevista (na qual foram questionadas as condições de escuta e saúde auditiva), e avaliação da sensibilidade auditiva por via aérea. Para os três procedimentos com os jovens foram utilizados os equipamentos mencionados na sessão de "materiais, instrumentos e equipamentos".

Os jovens adultos passaram por um procedimento simples, semelhante ao realizado por Humes *et al.* (2009), para verificar a inteligibilidade dos pares mínimos das listas “A”, “B”, “C” e “D” em condição de silêncio. No início da sessão os participantes foram convidados a entrar no laboratório onde ouviram nos fones de ouvido informações gerais sobre a pesquisa. O jovem sentava-se em frente ao computador e as palavras apareciam seguidamente com intervalos entre si na ordem de 300ms, em condição de silêncio. O tempo fornecido para resposta era de 4 segundos. A intensidade do mascarador foi iniciada, em geral, em 64 dB NA. Antes da tarefa começar o participante era instruído verbalmente a clicar com o mouse na palavra escrita que tinha sido pronunciada. Em seguida, reforçando essa instrução, foi apresentada a seguinte instrução escrita na tela inicial da tarefa: “Agora começaremos uma tarefa para verificar a inteligibilidade de algumas palavras gravadas. A sua tarefa é apontar com o mouse a palavra escrita na tela que for correspondente à ouvida. Você terá alguns segundos para responder. Caso você não tenha certeza qual foi a palavra ouvida chute uma das duas palavras. Assim que for emitida a primeira palavra, verifique se o volume está muito alto, caso esteja, me avise que eu diminuirei”. Depois da instrução começava a tarefa. Aparecia uma tela amarela que sinalizava que o som iria iniciar e em seguida uma tela verde. Juntamente à tela verde, surgia o murmúrio depois o murmúrio simultâneo a palavra e por fim só o murmúrio. Em seguida, eram apresentadas na tela do computador duas palavras, uma igual e outra diferente da palavra

pronunciada nos fones. Cada palavra era apresentada binauralmente apenas uma vez com intensidade de 64 dB NA. Nenhum participante relatou que o som estava muito alto.

Foi respeitada a ordem das listas de palavras (Anexo A), ou seja, primeiro foi apresentada a lista "A", depois a "B", "C" e por último a "D". As apresentações e o registro de respostas foram executados pelo software Treaudi. As palavras dos pares foram apresentadas em ordem aleatória.

Foi calculada a taxa de reconhecimento correto em cada lista para cada palavra. Foram consideradas inteligíveis as palavras que tiveram $\geq 80\%$ de reconhecimento correto na condição de silêncio a 64 dB NA por todos os jovens participantes. As palavras com mais de 80% de reconhecimentos corretos foram usadas no experimento em que foi executado o treinamento. Em seguida, foram apresentados detalhadamente o segundo e o terceiro procedimentos pré-experimentais. Eles possibilitaram: a triagem auditiva e cognitiva dos adultos mais velhos, a calibração da intensidade do ruído e do sinal e a avaliação de desempenho em reconhecimento de palavras pré- treinamento para palavras treinadas e não treinadas.

Na primeira sessão os candidatos foram solicitados a ler e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo C), responder a anamnese, que teve duração de 30 minutos, e em seguida fazer a avaliação da sensibilidade auditiva por via aérea e óssea, com duração de 45 minutos. Os participantes com o perfil auditivo compatível com os critérios foram convidados a seguir com a pesquisa fazendo a triagem cognitiva, e posteriormente o treinamento. Os candidatos que não satisfizeram os critérios de inclusão receberam *feedback* sobre sua sensibilidade auditiva e foram dispensados. Durante a triagem auditiva, os candidatos a participante, que tinham desempenho com possível significado clínico, foram encaminhados para unidade de saúde apropriada.

A avaliação da sensibilidade auditiva por via aérea foi realizada da seguinte forma: foi emitido o estímulo (tom puro) a 60 dB NA na frequência de 1000 Hz, em seguida a intensidade de emissão do estímulo foi reduzida a passos de 10 dB. Encontrando a intensidade em que o participante não detecta o estímulo, foi acrescentado 10 dB para verificar se o participante escutaria o estímulo, e, se ele escutasse seria reduzido 5 dB. Se ele ouvisse novamente seria reduzido mais 5 dB. Novamente, acrescentava-se 10 dB para o tom ficar mais alto, novamente era reduzida a sua intensidade em passos de 5 dB. Isso era realizado por 4 vezes. A intensidade mínima em que o participante tivesse detectado o estímulo por 2 vezes era considerado o limiar. Para os adultos mais velhos a audiometria foi realizada utilizando as frequências na seguinte ordem: 1000, 250, 500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz, respectivamente.

Na segunda sessão foram aplicados o RAVLT e o HHIE com duração de 40 minutos. O RAVLT e o HHIE. O RAVLT foi analisado e interpretado após a sua aplicação, nesse momento também foi fornecido *feedback* para os candidatos a participante da pesquisa. Em outras palavras, os candidatos respondiam a anamnese e passavam pela avaliação de sensibilidade auditiva por via aérea, se o perfil audiométrico era compatível com os critérios, o participante passava pela triagem cognitiva. Todos os participantes tiveram desempenhos dentro dos critérios de normalidade estabelecidos no teste RAVLT.

Na terceira sessão foi realizada a avaliação de desempenho em reconhecimento de fala usando o murmúrio multifalante como ruído competitivo. Essa avaliação foi aplicada usando o Treaudi com o intuito de definir as intensidades inicial e final do mascarador durante o treinamento auditivo (calibração) e registrar o desempenho pré-treinamento dos participantes. Ambos, o sinal e o mascarador, foram apresentados simultânea e binauralmente. O murmúrio começava 700ms antes da palavra e permanecia por 700ms após a palavra, refletindo as mesmas

condições que seriam usadas no treinamento auditivo. O murmúrio multifalante e o sinal tinham a intensidade fixa do início ao fim da avaliação com cada razão sinal ruído.

A primeira rodada de avaliação usou uma razão S/R favorável, que possibilitaria muitos reconhecimentos corretos. As seguintes foram menos favoráveis. Para coletar os desempenhos pré-treinamento foram utilizadas as listas "B" e "D". A lista "B" foi aplicada utilizando o murmúrio multifalante em algumas das seguintes razões S/R: 0, -3, -6 e -9. Era realizada uma rodada com a lista "B" na razão S/R 0, depois outra rodada na razão S/R -3, outra em -6 e em seguida -9. Se o participante alcançasse de 40 a 60% de acertos na razão S/R -6, a razão S/R -9 não era realizada. Com isso foi possível constatar em qual razão S/R os participantes reconheceriam de 40 a 60% das palavras. A razão S/R em que se obtinha esse desempenho foi chamada de razão S/R do limiar de reconhecimento de fala no ruído. Na primeira rodada o sinal e o murmúrio multifalante eram apresentados a 64 dB NA. Ao final da apresentação de cada rodada com uma razão S/R específica, o número de acertos era calculado para identificar a necessidade de outra rodada com uma razão S/R mais perturbadora ou não.

Ainda com o propósito de registrar o desempenho em reconhecimento de palavras pré-treinamento e verificar a capacidade de generalização, foi apresentada a lista "D" em intensidade fixa de 64 dB NA. O murmúrio multifalante foi apresentado simultaneamente às palavras da lista "D", nas mesmas intensidades do sinal e do ruído em que se obteve o LRFR usando a lista "B". A lista "D" também estava imersa no murmúrio, conforme foi realizado com a lista "B".

Procedimentos experimentais. A explicação de como realizar a tarefa foi realizada na fase de familiarização ocorrida antes da avaliação de desempenho pré-treinamento, então não foi reaplicada uma nova fase de familiarização.

Para realização do treinamento, o participante ficava sentado em frente ao computador com os fones de ouvido, e uma palavra da lista era pronunciada nos fones juntamente com o murmúrio multifalante. Durante o treinamento auditivo as palavras-estímulo (sinal) permaneceram com intensidade constante durante o treinamento em 64 dB. O mascarador usado foi o mesmo da avaliação de desempenho pré-treinamento, e teve intensidade variável.

O método psicofísico utilizado para apresentação dos estímulos durante o treinamento foi o método dos limites restrito a séries ascendentes, ou seja, com o ruído iniciando em valor baixo. O mascarador iniciava 700ms antes da palavra, permanecia até a palavra-estímulo ser pronunciada, e continuava após a pronúncia por 700ms para assegurar que toda a palavra fosse envolvida pelo ruído. A intensidade do mascarador foi iniciada, em geral, em 64 dB NA. Em seguida, eram mostradas na tela do computador duas palavras, sendo uma igual e outra diferente da palavra pronunciada nos fones. O participante era instruído a clicar com o mouse na palavra escrita que tinha sido pronunciada. Cada tentativa tinha no máximo 7 segundos, incluindo o tempo para resposta. A emissão dos estímulos nos fones de ouvido durava no máximo 2 segundos e o participante tinha até 5 segundos para registrar sua resposta. A cada duas respostas corretas o ruído aumentava 3 dB e a cada erro o ruído diminuía 3 dB. Em ambas as situações, acertando ou errando a resposta, o participante tinha *feedback* visual e auditivo acerca do seu desempenho após cada tentativa.

O *feedback* visual aparecia no monitor após a resposta do participante, ou seja, a palavra correta aparecia redigida no meio do monitor da seguinte forma: “A palavra correta é (palavra grafada)!” A palavra-estímulo era novamente pronunciada nos fones de ouvido após o registro da resposta (*feedback* auditivo). O *feedback* auditivo consistia na reapresentação da palavra

estímulo nos fones de ouvido. O número de acertos, erros e omissões de cada participante foi registrado pelo programa a cada sessão.

Foram apresentadas ao todo 160 palavras divididas em duas listas de palavras: “B” e “C”. Em um dia de treinamento eram executados três blocos de treinamento de 15 minutos cada, com intervalos de 5 a 10 minutos entre eles, intervalo usado para reprogramar o novo bloco e permitir descanso auditivo ao participante. Caso fosse solicitado pelo participante era fornecido um intervalo maior. A duração das sessões de treinamento foi em torno de 50 minutos, excluindo o tempo do intervalo extra quando fornecido. Em cada bloco foi realizada uma rodada, sendo que cada palavra do par das listas “B” ou “C” foi repetida uma vez aleatoriamente. A seguinte ordem foi realizada durante as sessões: 1ª sessão - "B" "C" "B", 2ª sessão - "C" "B" "C", 3ª sessão - "B" "C" "B", 4ª sessão - "C" "B" "C", 5ª sessão "B" "C" "B", 6ª sessão - "C" "B" "C", conforme esquematizado na tabela 3.

Procedimentos pós-experimentais. Os procedimentos pós-experimentais foram realizados do mesmo modo que foram realizados os procedimentos pré-experimentais de avaliação de desempenho, ou seja, aplicando a lista "B" com a presença de murmúrio multifalante nas razões S/R 0, -3, -6 e -9 e a lista "D" que foi executada juntamente com o murmúrio na razão S/R em que o participante reconheceu entre 40 e 60% das palavras da lista "B" (por exemplo, na razão S/R -9 dB o participante acertou 50% da lista "B", então a razão S/R -9 dB era usada para testar a capacidade de generalização usando a lista "D"). Todas as rodadas de treinamento tinham sinal com intensidade fixa e ruído com intensidade variável.

Buscou-se com estes procedimentos responder: se haveria melhora no desempenho de reconhecimento de palavras treinadas em condição de ruído; se esta melhora seria significativa do ponto de vista quantitativo e qualitativo; se houve generalização do aprendizado para

palavras não treinadas, ou seja, se houve melhora no reconhecimento das palavras não treinadas. Para isso, foram reaplicados: os testes de desempenho usando a lista "B" nas várias razões S/R; a lista "D", que não foi usada no treinamento, usando a razão S/R em que o participante acertou entre 40 e 60% das palavras da lista "B"; e o HHIE. Para análise quantitativa foram analisados os dados intra sujeitos (sujeitos como seu próprio controle) e intra grupo pré e pós-treinamento nas razões S/R coletadas, ou seja, os participantes foram avaliados quanto ao reconhecimento de palavras em condição de murmúrio multifalante em algumas das várias razões S/R (0, -3, -6, -9) uma semana após o treinamento utilizando as listas "B" e "D".

Tratamento dos dados

Foi considerado como acerto, tanto para lista "B" quanto para "D", a escolha da palavra escrita na tela que correspondia à ouvida; foi registrado como erro quando a pessoa escolhia a palavra diferente da ouvida; e omissão quando a pessoa não marcava nenhuma palavra no intervalo dado. Tanto os erros quanto as omissões foram considerados "erros" e os acertos não foram objeto de ajuste.

Para responder à pergunta: "Há equivalência perceptual entre as listas "B" e "D"?" foram comparadas as medianas dos números de acertos em porcentagem nas listas "B" e "D" na avaliação pré-treinamento usando o teste de Wilcoxon de postos sinalizados.

Para responder à pergunta: "O treinamento foi eficiente para melhorar o desempenho de reconhecimento de palavras treinadas?" foram comparadas as medianas de acertos em porcentagem do grupo na razão S/R em que ocorreu o LRFR usando a lista "B" e nas três razões S/R seguintes mais favoráveis usando o teste de Wilcoxon de postos sinalizados. Foram

apresentadas as medianas de acertos em porcentagem para cada indivíduo em cada razão S/R analisada nas avaliações pré e pós-treinamento auditivo. Foram calculados os ganhos obtidos pós-treinamento para o grupo e indivíduos. É importante lembrar, que as listas “B”, “C” e “D” foram balanceadas em relação à quantidade e natureza de fonemas discriminativos, desta forma a lista para verificação do desempenho poderia ser qualquer uma destas. Logo, a lista "B" e "D" foram escolhidas arbitrariamente.

Para responder à pergunta: “O treinamento foi útil para melhorar o reconhecimento de palavras não treinadas?” foram comparadas as medianas de acertos em porcentagem pré e pós-treinamento da lista "D" (lista de generalização) usando o teste de Wilcoxon de postos sinalizados.

Para responder à pergunta: “Houve melhora subjetiva da percepção auditiva para reconhecer a fala em condição de ruído?” foram calculadas as medianas dos escores em porcentagem do grupo e dos indivíduos no questionário HHIE pré e pós-treinamento. As medianas dos escores pré e pós-treinamento foram comparadas usando o teste de Wilcoxon com postos sinalizados para as dimensões social e emocional.

Resultados

Análise da Inteligibilidade dos Áudios

Foram avaliadas 258 palavras por 23 participantes jovens, com idades entre 18 e 25 anos (média 20,5 anos). Foi estabelecido como critério para inclusão das palavras pelo menos 80% de reconhecimentos corretos por todos os jovens. Todas as palavras das quatro listas tiveram reconhecimento correto igual ou maior que 80%, portanto nenhum par mínimo foi excluído.

Análises do Treinamento Auditivo com Adultos mais Velhos

Caracterização dos participantes.

Tabela 4.

Dados demográficos dos participantes.

Participante	Idade	Sexo
1	61	M
2	66	M
3	73	F
4	65	M
5	67	F
6	70	M
7	64	M
8	62	M
9	58	M

Sete pessoas eram do sexo masculino e duas do sexo feminino, a média de idade foi 65,1 anos. Na tabela 4 são apresentados os dados demográficos dos participantes. Na tabela 5 são apresentados os dados obtidos na triagem cognitiva (RAVLT) para cada participante.

Tabela 5.

Pontuações no teste RAVLT para cada participante.

Id	Σ A1 a A5	B	A6	A7	Reconhecimento
1	39	9	5	5	11
2	38	5	3	4	13
3	43	6	8	12	13
4	50	9	8	8	14
5	41	4	9	9	14
6	48	4	12	11	14
7	48	6	8	8	14
8	47	4	14	14	15
9	46	7	7	10	13

Na penúltima coluna da tabela 6 são apresentadas as médias para as frequências de 250 a 4000 Hz, onde se pode observar o atendimento ao critério de inclusão de limiares ≤ 40 dB para as médias de limiar nessas frequências. A média dos limiares auditivos aumenta se considerarmos as frequências altas de 6000 e 8000 Hz, mostrando como há perdas de sensibilidade nessas frequências para a maior parte dos adultos mais velhos.

Tabela 6.

Sensibilidade auditiva da orelha direita em dB NA por via aérea para frequências de 250 a 8000 Hz (X=média).

Id	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	X de	X de
									250 a	250 a
									4000	8000
1	20	20	25	30	40	55	60	55	31,6	38,1
2	25	15	15	10	20	35	50	50	20,0	27,5
3	20	10	10	25	30	30	55	65	20,8	30,6
4	15	0	10	10	20	30	40	40	14,2	20,6
5	10	15	10	20	30	35	60	65	20,0	30,6
6	20	15	10	15	10	25	45	60	15,8	25
7	25	15	10	15	15	20	30	15	16,7	28,1
8	15	5	5	5	15	35	35	35	13,3	18,7
9	25	15	15	10	20	25	25	15	18,3	18,7
X	19,4	12,2	12,2	15,5	22,2	32,2	44,4	44,4	18,9	21,1

Avaliação da equivalência perceptual entre as listas "B" e "D". A equivalência perceptual entre as listas foi testada a fim de verificar se os desempenhos entre as listas "B" e "D" refletiam equivalência fonética e perceptual. Isso possibilitou a comparação de desempenho entre as listas e a análise da generalização do aprendizado para a lista não treinada. No teste de Wilcoxon de postos sinalizados não foi identificada diferença significativa ($z = 43,5$ $p = 0,5$) entre as medianas da lista B pré-treinamento e lista "D" pré-treinamento, revelando a equivalência estatística das listas em grau de dificuldade para discriminar sons parecidos. É importante lembrar que para os cálculos de desempenho (% reconhecimento corretos) tanto os erros quanto as omissões foram considerados "erros" e os

acertos não foram objeto de ajuste. O desempenho dos participantes foi convertido em porcentagem a partir do número de acertos que eles obtiveram em cada rodada de uma lista, porque a lista "B" tinha 40 palavras e a lista "D" 42. Então, se o participante acertasse 20 palavras da rodada com 40 palavras, o desempenho seria de 50% de reconhecimentos corretos.

Observando a figura 4 nota-se que, a mediana de acertos para lista "D" foi 15% maior do que a da lista B usando a mesma razão S/R, ou seja, aquela em que ocorreu o LRFR (limiar de reconhecimento de fala no ruído 40 a 60% de acertos) usando a lista "B" para cada participante (a razão S/R do LRFR variou entre os participantes, para 7 deles foi -9, para um participante foi -7 e para outro -6). Considerando que as listas foram balanceadas foneticamente, constata-se a equivalência das listas tanto do ponto de vista de características fonéticas quanto perceptuais, corroborando a premissa de que qualquer uma das listas poderia ter sido escolhida para treinamento ou avaliação. Nas figuras que se seguem são apresentadas as medianas e a dispersão representada pelos intervalos interquartis.

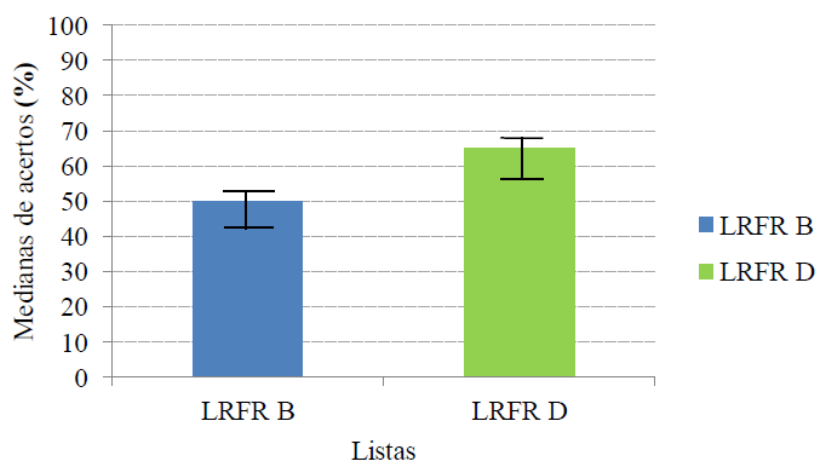


Figura 4. Medianas de acertos pré-treinamento para listas "B" e "D" obtidas na razão S/R do LRFR da lista "B". Sem significância estatística ($p < 0,5$).

Eficiência do treinamento auditivo. A avaliação de desempenho pré e pós-treinamento teve dois objetivos: possibilitar a análise de desempenho dos adultos usando a lista "B" (que media os reconhecimentos de palavras treinadas) e a lista "D" (media reconhecimentos para palavras não treinadas) e detectar as intensidades inicial e final do mascarador durante o treinamento (calibração). Para responder se o treinamento foi eficiente, são apresentados os desempenhos obtidos na avaliação pré-treinamento usando a lista "B" para o grupo e para os participantes individualmente. Os valores das razões S/R que foram estabelecidas para a calibração do treinamento foram apresentados na sessão de procedimentos experimentais na sessão de métodos.

Na tabela 7 são apresentadas as medianas das porcentagens de acertos para o grupo nas condições pré e pós-treinamento para as razões S/R 0, -3, -6 para lista a "B" na razão S/R em que foi obtido o LRFR. Os valores mais altos indicam melhores desempenhos e os valores mais baixos piores desempenhos. Entre as razões S/R -3 e -6 era esperado que o desempenho fosse pior na razão sinal ruído mais desfavorável, mas tanto as médias quanto as medianas foram similares.

Tabela 7.

Medianas de acertos para as condições pré e pós-treinamento nas diferentes razões Sinal/Ruído.

Condição	S/R 0	S/R -3	SR-6	S/R LRFR
Pré-treinamento	87,5%	75%	77,5%	50%
Pós-treinamento	97,5%	87,5%	87,5%	62,5%

Tabela 8.

Acertos em porcentagem pré-treinamento para cada participante na lista B nas razões Sinal/Ruído avaliadas(X representa a média do grupo).

Id	S/R 0	S/R -3	S/R -6	S/R -9	S/R -7	S/R LRFR
1	85	55	67,5	50		50
2	85	92,5	77,5	12,5	60	60
3	85	40	67,5	47,5		47,5
4	87,5	85	85	50		50
5	97,5	72,5	77,5	42,5		42,5
6	87,5	87,5	82,5	52,5		52,5
7	95	75	87,5	52,5		52,5
8	95	60	55			55
9	77,5	80	80	40		40
X	88,3	71,9	75,5	38,6		50

Na tabela 8 são apresentados os acertos individuais e as médias em porcentagem (desempenhos) nas quatro razões S/R avaliadas. Comparando as médias e medianas nas condições pré e pós-treinamento (tabela 8 e 9), observa-se desempenhos semelhantes em ambas as análises para as razões S/R -3 e S/R -6. Assim, as médias de acertos pré-treinamento para essas razões S/R foram 71,9 e 75,5%, respectivamente (tabela 8). Na condição pós-treinamento, as médias nas mesmas razões S/R foram 86,1% e 87,2%, respectivamente (tabela 9). As medianas de acertos pré-treinamento para as razões S/R -3 e S/R -6 foram 75 e 77,5%,

respectivamente. Pós-treinamento, nas mesmas razões S/R, as medianas foram ambas 87,5%. E a porcentagem mais alta de acertos para o grupo foi na razão S/R 0 tanto para a condição pré-treinamento como pós-treinamento.

Nota-se que, o participante 2 teve 77,5% de acertos na razão S/R -6 e 12,5% de acertos na razão S/R -9, desempenho consideravelmente abaixo de 40%; por isso executou-se outra rodada com a razão S/R -7, na qual o participante 2 obteve 60% de acertos. Logo, para ele, a razão S/R -9 não foi considerada aquela em que ocorreu o LRFR e sim a S/R -7, para fins de análise de desempenho e calibração. Os valores do LRFR estão resumidos na última coluna da tabela 8 e incluem os desempenhos entre 40% e 60% de acertos. Os desempenhos em todas as razões S/R na avaliação pós-treinamento (vide tabela 9) foram mais homogêneos que na avaliação pré-treinamento (vide tabela 8).

Tabela 9.

Acertos em porcentagem pós-treinamento para cada participante na lista "B" nas razões Sinal/Ruído avaliadas (X representa a média do grupo).

Id	S/R 0	S/R -3	S/R -6	S/R LRFR
1	97,5	80	87,5	67,5
2	87,5	90	87,5	72,5
3	97,5	90	77,5	67,5
4	95	87,5	95	62,5
5	95	92,5	90	62,5
6	97,5	95	92,5	45
7	97,5	85	80	60
8	92,5	75	80	80
9	100	80	95	65
X	95,5	86,1	87,2	64,7

Na figura 5 foram apresentadas as medianas dos acertos do grupo nas razões S/R avaliadas nas condições pré e pós-treinamento. Asteriscos acima das barras indicam que os desempenhos pós treinamento foram melhores estatisticamente, ou seja, estatisticamente significativos. Segundo o teste de Wilcoxon com postos sinalizados, observa-se que há diferença estatisticamente significativa entre todas as razões S/R 0, -3, -6 e do LRFR. Para a razão S/R 0 $z = 40$ $p = 0,03$; para a razão S/R -3 $z = 34,5$ $p = 0,02$; para a razão S/R -6 $z = 44$ $p = 0,01$; e para a razão S/R LRFR $z = 43,5$ $p = 0,01$. Nas figuras que se seguem são apresentadas as medianas e a dispersão representada pelos intervalos interquartis.

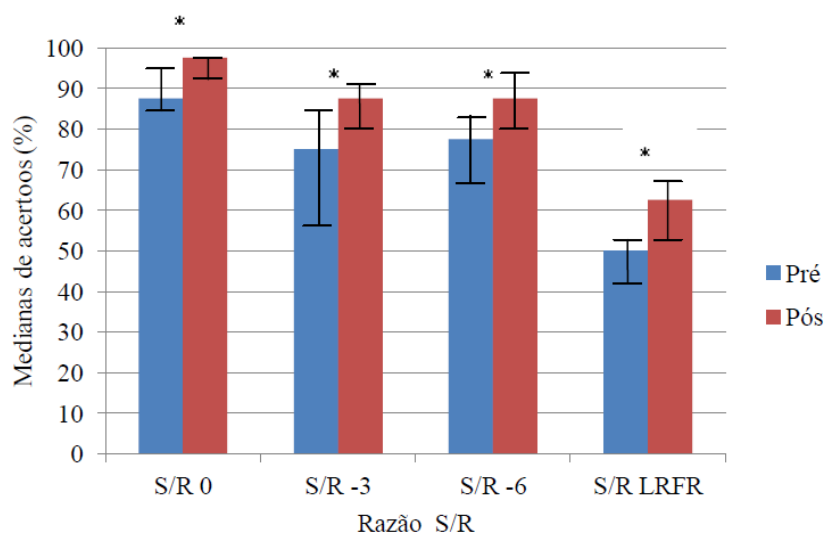


Figura 5. Medianas dos acertos para o grupo nas condições pré e pós-treinamento. * Possui diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$.

O ganho ou o aproveitamento que o treinamento proporcionou foi calculado subtraindo as médias dos números de acertos em porcentagem pré-treinamento (apresentadas na tabela 8) das médias dos números de acertos em porcentagem pós-treinamento para cada razão S/R (apresentadas na tabela 9). O maior ganho do grupo foi de 14,7% para a razão S/R do LRFR. Para a razão S/R 0 o ganho foi de 7,2%, para a razão S/R -3 o ganho foi de 14,2, e para a razão S/R -6 o ganho foi de 11,7.

Em relação ao ganho individual, observa-se na tabela 10 que ele variou de 50% a -7,5% indicando que houve ganhos elevados, mas também desempenhos piores pós treinamento. A razão S/R -3 para o participante 3 foi a que apresentou maior ganho durante o treinamento (50%). Dois participantes obtiveram ganho negativo na razão S/R 0, um participante teve ganho negativo na razão S/R -3, um outro teve ganho negativo na razão S/R -6 e outro na razão S/R do LRFR. A razão da falta de progresso não foi investigada.

Tabela 10.

Ganhos em porcentagem para cada participante nas diferentes condições de razão Sinal/Ruído.

Id	S/R 0	S/R -3	S/R -6	S/R LRFR
1	12,5	25	20	17,5
2	2,5	-2,5	10	12,5
3	12,5	50	10	20
4	7,5	2,5	10	12,5
5	-2,5	20	12,5	20
6	10	7,5	10	-7,5
7	2,5	10	-7,5	7,5
8	-2,5	15	25	25
9	22,5	0	15	25

Nas figuras 6, 7, 8 e 9 são apresentados os números de acertos por participante em porcentagem nas razões S/R 0, -3, -6 e naquela em ocorreu o LRFR nas condições pré treinamento (abscissa) e pós- treinamento (ordenada). Cada losango representa um participante. Na figura 6 são apresentados os acertos percentuais da razão S/R 0, na figura 7 os acertos percentuais da razão S/R -3, na figura 8 os acertos percentuais da razão S/R -6, e na figura 9 os acertos percentuais da razão S/R em que ocorreu o LRFR.

Na figura 6 aparentemente falta um losango, no entanto dois participantes (1 e 3) tiveram a mesma porcentagem de acertos pré (85%) e pós-treinamento (97,5%) e um losango ficou sobre o outro. Os dados estão mais agrupados na razão S/R mais favorável (figura 6) e menos favorável (figura 9) apontando desempenhos mais homogêneos nessas razões S/R.

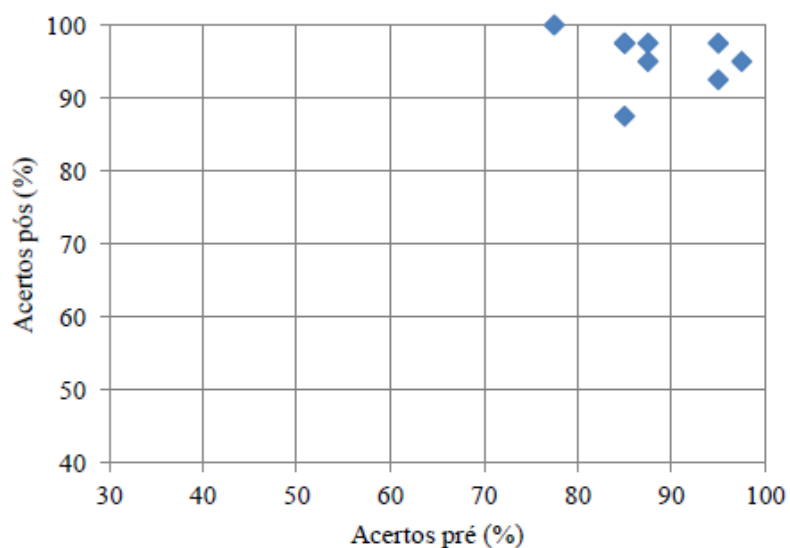


Figura 6. Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento na razão S/R 0 na Lista B.

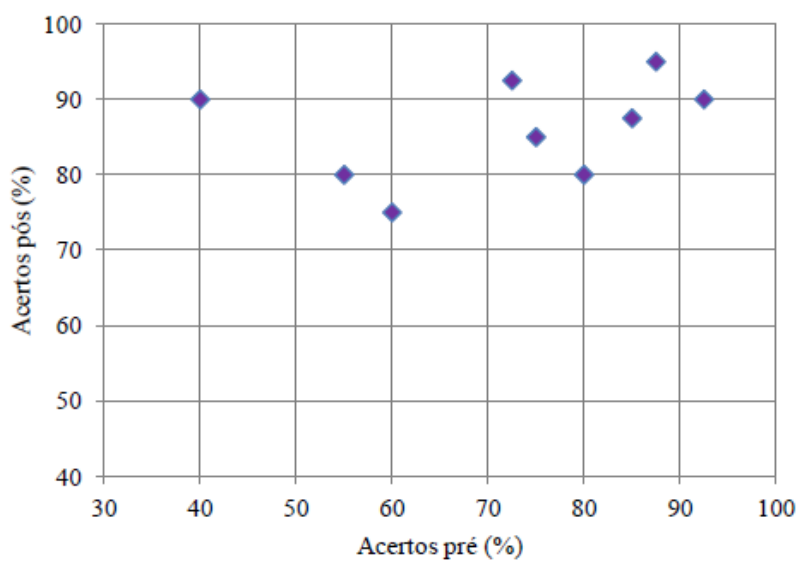


Figura 7. Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento na razão S/R -3 na lista B.

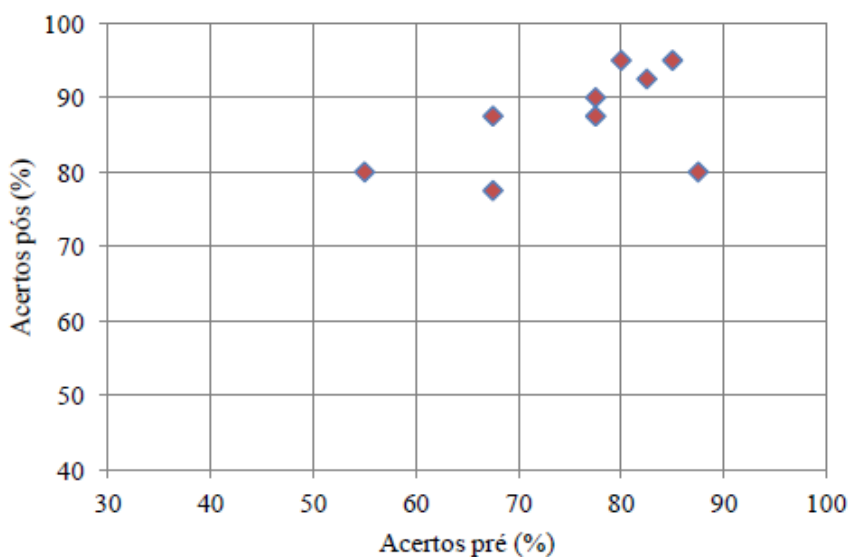


Figura 8. Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento na razão S/R -6 na lista B.

A ocupação de um maior número de losangos no quadrante esquerdo inferior da figura 9 indica que os desempenhos foram piores na razão S/R mais desfavorável de todas (LRFR). Porém, esta foi a condição em que houve maior ganho.

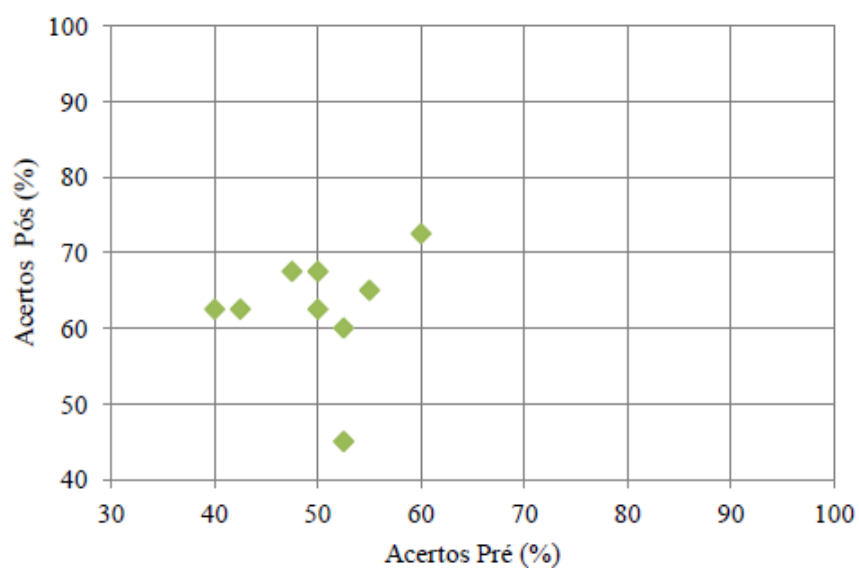


Figura 9. Porcentagem de acertos individual pré e pós-treinamento na razão S/R do LRFR na lista B.

Generalização do aprendizado. Para aferir se o treinamento propiciou a generalização do aprendizado, foi realizada a comparação entre as medianas das porcentagens de acertos da lista D pré e pós-treinamento. Houve diferença de 5% entre as condições pré e pós-treinamento (vide figura 10). Essa diferença não foi significativa ($z = 24$ $p = 0,09$) segundo o teste de Wilcoxon com postos sinalizados, o que indica que não houve generalização significativa. Para lista a B na razão S/R mais desfavorável (LRFR) houve melhora significativa de 12,5% ($z = 43,5$ $p = 0,01$), o que pode ser visto na reta vermelha que é mais íngreme. O desempenho na avaliação pré-treinamento usando a lista D foi 15% maior do que o observado para lista B na mesma razão S/R (figura 10) em virtude, provavelmente, do efeito aprendizado ocorrido com a ordem de apresentação das listas. A lista D foi apresentada por último. Nas figuras que se seguem são apresentadas as medianas e a dispersão representada pelos intervalos interquartis.

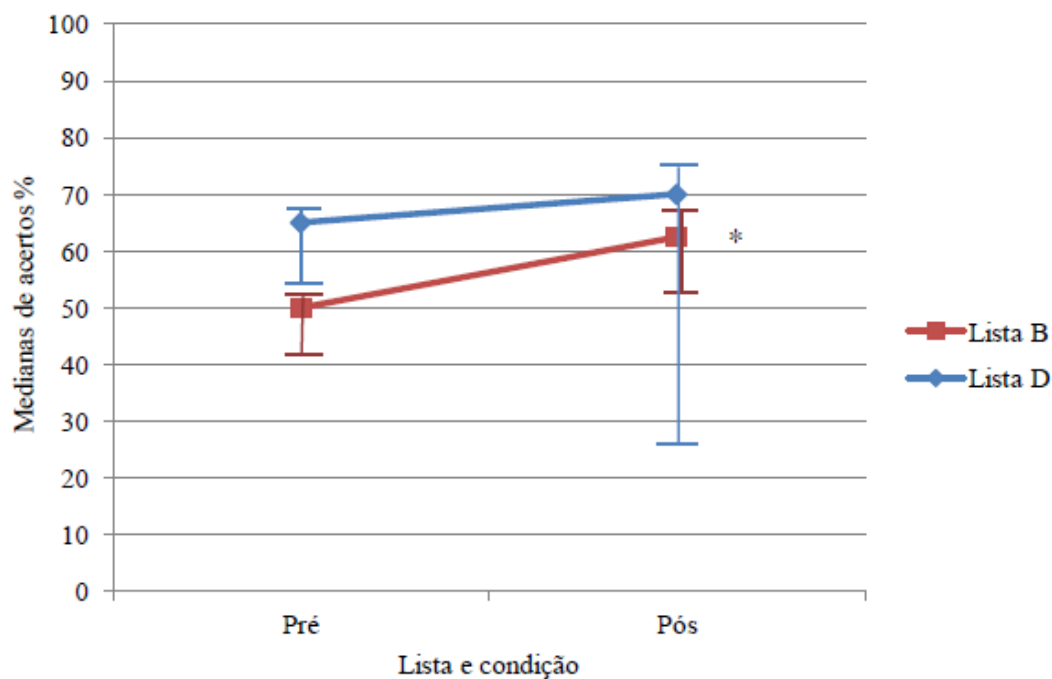


Figura 10. Medianas do grupo para Lista B e D pré e pós-treinamento. * Possui significância estatística $p < 0,05$.

A lista "D" foi apresentada para 5 participantes na razão S/R -9, para um participante na razão S/R -7 e para outro na razão S/R -6 porque essas foram as razões S/R em que ocorreu o LRFR para cada participante. Não foram coletados os dados de dois participantes na lista "D" por falha humana. Na tabela 10 é possível ver os resultados individuais e de grupo pré e pós-treinamento obtidos na avaliação usando a lista "D". O maior número de reconhecimentos corretos foi para o participante 6, que fez a avaliação na razão S/R -6. E o menor número de acertos foi para o participante 4. De forma geral, os desempenhos usando a lista "D" foram melhores que usando a lista "B".

Tabela 11.

Acertos pré e pós-treinamento e ganho pós-treinamento em porcentagem para cada participante na lista "D" na razão Sinal/ Ruído do LRFR.

Id	S/R LRFR	S/R LRFR	Ganho S/R
	Pré	Pós	LRFR
1	65	75	10
2	55	75	20
3	67,5	72,5	5
4	40	55	15
5	65	52,5	-12,5
6	72,5	80	7,5
7	65	70	5
Mediana	65	70	7,5

Efeito do treinamento sobre a autopercepção da escuta. O HHIE é um questionário largamente usado na clínica e em pesquisas para verificar quanto a pessoa se sente prejudicada auditivamente do ponto de vista emocional e social. Ele possui uma versão mais longa com 50 perguntas e uma mais curta com 25 perguntas. Geralmente, é usado com pessoas que possuem perda auditiva. O questionário pode ter escores no intervalo de 0 a 100, sendo 50 pontos distribuídos para a escala emocional e 50 para a social. Um escore alto significa maior sensação de dificuldade de percepção de fala e um escore baixo significa baixa sensação de dificuldade.

Nesta pesquisa, de modo geral, obteve-se valores muito baixos na escala, então o pequeno incremento verificado por inspeção visual não tem significância prática. Aumento na pontuação significa aumento na sensação de prejuízo. A diferença das medianas na escala social pré e pós-treinamento não foi estatisticamente significativa ($z = 6,5$ $p = 0,2$), o mesmo ocorreu para escala emocional ($z = 9$ $p = 0,7$) e para o HHIE total ($z = 16$ $p = 0,8$).

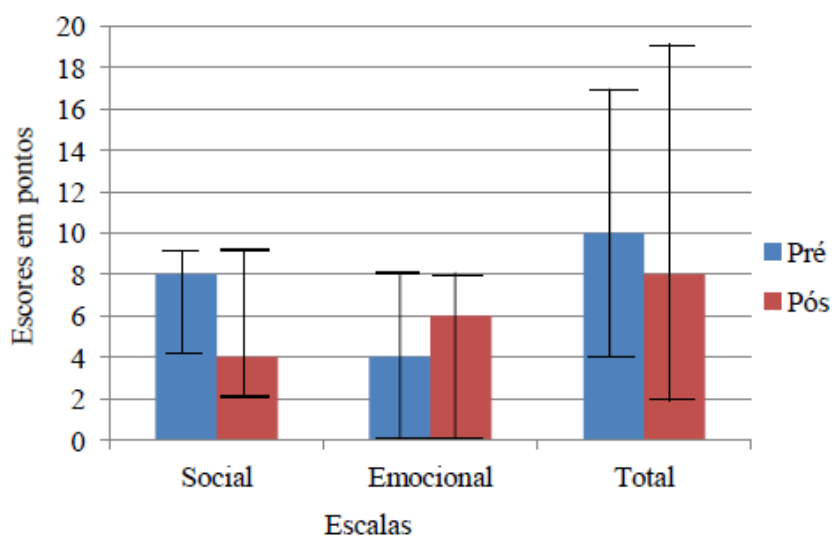


Figura 11. Medianas de escores do grupo pré e pós- treinamento no HHIE. Em nenhuma das escalas houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Discussão

No Brasil, o desenvolvimento e o uso de tecnologias para reabilitação auditiva com eficácia baseada em evidências, ainda são insuficientes. Por isso, neste trabalho, procurou-se contribuir com o desenvolvimento de novos materiais com evidências científicas. Para este trabalho foram: (a) desenvolvido um software para avaliação e treinamento auditivo; (b) validada a equivalência perceptual de duas listas de palavras organizadas em pares mínimos por Andrade (2010), (c) verificada a eficiência de um protocolo de treinamento para palavras que foram treinadas, (d) analisada a capacidade de generalização (transferência da aprendizagem) do aprendizado para palavras não treinadas (e) avaliada a evolução da auto percepção de compreensão da fala.

Todas as palavras das listas tiveram mais de 80% de reconhecimentos corretos indicando que as listas adaptadas por Andrade (2010) são inteligíveis e de boa qualidade. As listas são apropriadas para serem usadas em avaliação de discriminação de palavras ou treinamento auditivo. Elas possuem balanceamento fonético e equivalência perceptual com grau de dificuldade semelhantes.

Os ganhos observados em reconhecimento de palavras no grupo nas razões S/R 0, -3, -6 e na razão S/R do LRFR indicam que o treinamento auditivo se mostrou eficiente para treinar adultos mais velhos a discriminar/reconhecer palavras diferenciadas por um fonema consonantal, mesmo com 6 sessões de 50 minutos, o mínimo de número de horas e a quantidade de palavras indicada por Burk e Humes (2007). Foram usadas 242 palavras no treinamento, expressivamente mais do que o mínimo recomendado de 150. A seguir, serão discutidos os dados dessa pesquisa e de outras pesquisas que treinaram adultos e adultos mais

velhos com perda auditiva usando palavras e qualquer tipo de ruído, usuários de AASI, implantados cocleares ou não (treinamento sintético). Os treinamentos realizados em condições diversas das pesquisadas no presente estudo são discutidos, devido à quantidade limitada de artigos sobre treinamento auditivo em adultos mais velhos com presbiacusia não usuários de dispositivos de amplificação.

Na tabela 12 são apresentados os estudos principais que fizeram uso de método semelhante ao desta pesquisa nos seguintes aspectos: número de participantes, tipo de estímulo, número de sessões, tipo de ruído, medida de registro de respostas, uso de feedback e avaliação da generalização do aprendizado. Comparando-se os dados da presente pesquisa com outros da literatura observamos que, na presente pesquisa os ganhos foram apresentados em cada razão S/R avaliada e na maioria das outras pesquisas foi feito de outra forma. Nesta pesquisa os maiores ganhos com o treinamento auditivo (para palavras treinadas) foram nas razões S/R -3 e na razão S/R LRFR (14,2 e 14,7%, respectivamente) valores próximos aos encontrados por Burk e Humes (2006), que foi de 11% e por Burk e Humes (2008), em que o ganho foi de 17,2%.

Em Humes *et al.* (2009) verificou-se um número grande de palavras treinadas, 600 palavras gravadas por 4 falantes (2400 palavras no total), e um ganho 7% maior do que o desta pesquisa que teve 242 palavras treinadas (vide tabela 12). Não é possível saber precisamente a razão S/R em que os participantes foram avaliados nas pesquisas apresentadas na tabela e esta é uma informação relevante, conforme os dados obtidos nesta pesquisa mostram. Ferguson *et al.* (2014) não obtiveram ganho significativo com o treinamento de fonemas em condição de ruído.

Tabela 12.

Estudos sobre treinamento auditivo com adultos mais velhos que usaram medidas compatíveis com as desta pesquisa.

Autores	N	Condição auditiva	Idade em anos	Tipo de estímulo	Tipo de ruído	Duração do treinamento	Feedback	Resultado	Estímulo do teste de generalização	Resultado da generalização
Burk, Humes, Amos & Strauser (2006)	3H e 4 M	Perda neurosensorial de leve a moderada	65 a 75	150 palavras monossilábicas	Ruído com espectro da fala	7 sessões (60min), 2 semanas.	Visual - ortográfico	Ganho de 11% para palavras treinadas em conjunto fechado	Novos falantes Novas palavras	Melhora sem significância. Ganho de 5,3% em conjunto fechado sem significância.
Burk e Humes (2008)	4H e 4M	Perda leve e moderada	58 a 78	75 palavras fáceis e difíceis lexicalmente e sentenças	Ruído flutuante semelhante a fala	20 a 24 sessões (3 x por semana)	Visual - ortográfico - e auditivo	Para palavras difíceis ganho de 16,4%; para palavras fáceis 17,2%, ambas para conjunto fechado.	52 palavras novas fáceis e difíceis lexicalmente	Sem melhoras para falantes familiares e não familiares para nenhum tipo de palavra
Humes <i>et al.</i> (2009)	4 H 12 M	Audição normal e perda leve	65 a 80	600 palavras (gravadas por 4 falantes = 2400) e sentenças	Ruído sintetizado de 2 vozes (1 F e 1 M)	24 sessões (75 a 90 min), de 8 a 12 semanas, ± 30 horas	Não relata	Ganho de 21,7% para palavras treinadas conjunto fechado	Novos falantes	Melhora de desempenho para reconhecimento de palavras para novos falantes

"H" equivale a homem, "M" equivale a mulher, "F" feminino, "M" masculino.

Tabela 12 continuação.

Autores da pesquisa	N	Condição auditiva	Idade em anos	Tipo de estímulo	Tipo de ruído	Duração do treinamento	Feedback	Resultado	Estímulo do teste de generalização	Resultado da generalização
Kuchinsky <i>et al.</i> (2014)	8H 6M	Perda neurosensorial de leve a moderada	60 a 80	600 palavras (4 falantes = 1600)	Ruído sintetizado a partir de duas vozes (1F e 1M)	20 sessões, 90 minutos, $\pm 8,5$ semanas	Visual e auditivo	Ganho de 2.6% palavras treinadas	Não	Não
Bode e Oyer (1970)	26H e 6M	Perda neurosensorial até 43dB	21 a 60	500 palavras/monossílabos	Murmúrio multifalante	5 sessões de 25 min no mesmo dia	Ao final da sessão nº acertos	Ganho 6.5% conj fechado ruído variável, 2,1% ruído constante	Novas palavras	Ganho de 4,4% no teste de discriminação de consoantes em conj fechado

"H" equivale a homem, "M" equivale a mulher, "F" feminino, "M" masculino.

Os ganhos relatados por Bode e Oyer (1970) foram de magnitude comparável aos obtidos neste trabalho. Foi obtido 10,5% de ganho no número de reconhecimentos corretos (média geral dos ganhos calculada a partir das médias dos ganhos em cada condição S/R) nesta pesquisa, enquanto na pesquisa de Bode e Oyer (1970) o ganho foi de 6,5%. Salienta-se que os pesquisadores usaram um grande número de palavras para um treinamento de curtíssima duração (1 dia). Na presente pesquisa usamos 4 razões S/R, a testagem pré e pós-treinamento foi da razão S/R mais fácil para mais difícil. As médias do grupo nas quatro razões S/R foram 88,3%, 71,9%, 75,5% e 44,7% (S/R 0, -3, -6 e na razão S/R do LRFR medidos em NA). Na segunda e terceira razão S/R apresentadas, os números de reconhecimentos corretos foram próximos (71,9 e 75,5%), valores semelhantes aos encontrados por Bode e Oyer. Eles usaram cinco razões S/R diferentes (SPL) (+10, +8, +6, +4 e +2) em cada sessão, o que possibilitou verificar o perfil de desempenho, respectivamente de 96%, 92%, 85%, 89% e 88%. Nota-se que nas duas últimas razões sinal ruído os desempenhos se assemelham e que na razão S/R +6 que é mais fácil que a +4 dB SPL o desempenho foi inferior.

Os autores hipotetizaram, a partir do relato de alguns participantes, que isso poderia ser devido a um processo de adaptação em relação ao ruído. Pode-se hipotetizar também, a ocorrência do efeito de teto. Entretanto, seria interessante verificar nas próximas pesquisas se a ordem das razões S/R 0, -3, -6, -9 usada na avaliação de desempenho pré e pós-treinamento geram outros padrões de médias de acertos para o grupo em cada razão S/R. Como as razões S/R -3 e -6 tiveram porcentagem de acertos muito semelhantes, é possível que tenha havido um efeito aprendido que foi refletido no desempenho do grupo nessas duas razões S/R.

Considerando os ganhos obtidos nesta pesquisa e em outras citadas nessa discussão, nota-se que há uma relação entre a quantidade de palavras-estímulo usadas durante o treinamento e a quantidade de tempo necessária para cada palavra. Humes *et al.* (2009) sinaliza que quanto mais palavras mais tempo de treinamento é necessário. É importante esclarecer que o número de estímulos e a quantidade de tempo não estão diretamente relacionados ao ganho de desempenho. Infere-se que os potenciais dos treinamentos auditivos tenham um limite (efeito de teto), então mesmo que haja mais horas de treinamento, a pessoa não ultrapassa um determinado desempenho (Bode & Oyer, 1970), tendo em vista que a pessoa ainda apresenta dificuldades por razões biológicas e cognitivas. O ganho, em geral, não parece passar de 25% na quantidade de ganho em reconhecimentos corretos, conforme pode ser observado na tabela 12.

Os benefícios obtidos com o treinamento auditivo do tipo sintético são mais conhecidos que os benefícios obtidos com os treinamentos analíticos, em razão de haver mais pesquisas sobre eles. Dos artigos encontrados na revisão de Henshaw e Ferguson (2013) abrangendo treinamentos auditivos para pessoas com perda auditiva sete artigos eram sintéticos, um analítico e oito a combinação dos dois. Entretanto, os estudos com treinamento analítico, também, possuem evidências de que melhoram o reconhecimento de palavras, melhorando inclusive o processamento *top down* (Ferguson *et al.*, 2014).

Em relação às configurações dos métodos usadas em treinamento auditivo, Henshaw e Ferguson (2013) apresentam algumas características das variáveis independentes dos treinamentos auditivos analisados em sua revisão. Elas constataram que a média do número de participantes é 9,5 e que o número médio de sessões é 6. Essas duravam de 30 minutos a 2 horas cada; as sessões ocorriam diariamente ou duas vezes por semana; e a duração total do

treinamento variava de 4 dias a 3 meses. Dez de treze estudos forneceram algum tipo de *feedback*. O delineamento de medidas repetidas (sujeito como seu próprio controle) foi o tipo de estudo mais comum. As medidas mais usadas para avaliar treinamentos foram: *Hearing in Noise Test* (HINT), *Revised Speech in Noise Test* (R-SPIN), *IEEE Sentences e Nonsense Syllables Test* (NST); entretanto são muitos variados os testes usados, dificultando a comparação dos resultados. Nove de treze estudos mostraram ganho estatisticamente significativo. Então, esta pesquisa se equipara metodologicamente àquelas analisadas na revisão de Henshaw e Ferguson (2013).

Humes (2013) faz uma revisão sobre as pesquisas do seu laboratório e enfatiza que as razões predominantes para dificuldade de reconhecimento de fala em condição de ruído estão muito relacionadas a perda auditiva periférica decorrente do envelhecimento; sugere ainda em menor grau a contribuição de fatores cognitivos e individuais. Os trabalhos no laboratório de Humes estavam em grande parte restritos a avaliação auditiva, treinamento auditivo e envelhecimento, concentrando a maior parte de suas pesquisas nos aspectos auditivos relacionados a discriminação e reconhecimento de fala.

Os dados do presente trabalho mostram que em alguns casos os desempenhos em reconhecimento de fala em condição de murmúrio multifalante não se relacionam com a sensibilidade auditiva dos participantes. Mesmo os limiares auditivos aéreos sendo baixos nos participantes 8 e 9, observou-se que seus desempenhos se mostraram em desacordo com o que se esperaria logicamente, ou seja, geralmente espera-se que limiares auditivos mais baixos gerem maior número de reconhecimentos corretos, no entanto o participante 1 tinha média de limiares igual a 31,8 dB NA, a mais alta do grupo, e apresentou um melhor desempenho que os participantes 8 e 9.

Apesar de parecer pouco coerente, já está esclarecido na literatura que a dificuldade de compreensão de fala em condição de ruído pode não ser causada apenas em razão do aumento dos limiares auditivos (Silva, 2003; Pichora-Fuller, 2012). A dificuldade de compreensão de fala em ambientes ruidosos pode ocorrer por várias razões: perda de massa cinzenta no córtex auditivo (Le Prell *et al.*, 2011), prejuízos cognitivos relacionados à memória e a linguagem (Marshall, 1981; Pichora-Fuller, 2012) e prejuízos nos nervos auditivos, que abrangem dificuldades de processamento auditivo temporal e baixa resolução de frequências (Freigang *et al.*, 2011).

Em relação aos prejuízos no nervo auditivo, pode haver a degeneração neural no sistema nervoso auditivo periférico sem prejuízo coclear, causando poucas alterações nos limiares auditivos e dificuldade de compreensão da fala (Pichora-Fuller, 2012). Os aspectos temporais do processamento auditivo da fala é destaque na revisão de Pichora-Fuller (2012). Segundo a autora, a variação de desempenho em reconhecimento da fala pode ser em razão de prejuízos em vários níveis de processamento auditivo temporal. Esses prejuízos podem afetar vários aspectos da percepção da fala como o uso de pistas vocais para identificar o falante e as suas emoções, a percepção de *gaps* de silêncio, percepção da duração das pistas para discriminar fonemas e a percepção de padrão do envelope temporal relacionado ao ritmo e à velocidade da fala (Pichora-Fuller, 2012).

Com o envelhecimento o cérebro se reorganiza, especialmente para aqueles com pouca perda auditiva que têm dificuldade de compreender a fala no ruído e usuários de AASI com perdas significativas, ambos com habilidades cognitivas pobres. Então, para ambos os casos, as áreas frontais do cérebro, incluindo aquelas que fazem o processamento semântico e de

memória de trabalho, compensam os prejuízos auditivos fazendo mais uso dos conhecimentos prévios e do contexto para reconhecer a fala (Pichora-Fuller, 2012).

A qualidade do reconhecimento de fala depende de vários fatores que podem ser medidos de outras formas também. Nesta pesquisa, o HHIE foi aplicado nas avaliações pré e pós-treinamento para possibilitar a verificação do benefício qualitativo que o treinamento poderia proporcionar. Os escores do HHIE pré e pós-treinamento não evidenciaram diferença significativa. Observou-se também que, todas as variáveis dependentes eram independentes entre si. Então, o HHIE, o RAVLT, os desempenhos do grupo pré e pós-treinamento nas razões S/R 0, -3, -6 e na razão S/R do LRFR não se correlacionaram, indicando que nenhum deles é capaz de prever o outro. Dessa forma, os escores do HHIE não predisseram o desempenho nas avaliações pré e pós-treinamento, bem como os limiares auditivos. Esses dados podem ser analisados considerando a seguinte constatação: não utilizar vários tipos de medida para compreender a origem da dificuldade de compreensão de fala e os benefícios obtidos com o treinamento limita o entendimento do potencial de cada programa de treinamento auditivo e a escolha do programa de treinamento mais adequado.

Por que utilizar várias medidas pré e pós-treinamento? O primeiro elemento que nos ajuda a responder essa questão é a grande diferença interindividual que existe entre os idosos, o segundo elemento é a pouca generalização do aprendizado pós-treinamento e o terceiro elemento é a quantidade e a complexidade dos processos que são usados para compreensão da fala e a fidedignidade da medida.

Em relação ao primeiro elemento, é importante identificar as características das pessoas que se submeterão ao treinamento para formar grupos homogêneos, pois há uma grande variabilidade de desempenho nas habilidades auditivas e cognitivas entre os idosos. O

processo e as consequências do envelhecimento de cada um são individuais; sendo assim é necessário saber que tipo de programa é mais eficaz para cada "tipo" de idoso. Apesar de isso ser um desafio na prática, precisa ser feito tendo em vista que a generalização do aprendizado para outros estímulos não é eficiente. Os ganhos com a generalização do aprendizado para palavras não treinadas ocorreram na maior parte das pesquisas revisadas por eles (Bode & Oyer, 2007; Burk & Humes, 2008; Henshaw & Ferguson, 2013), mas não foi estatisticamente significativo. Por isso, é importante que as pesquisas sobre treinamento auditivo descrevam detalhadamente as características auditivas e cognitivas dos participantes, o procedimento de treinamento e os resultados obtidos.

A eficiência da generalização é o segundo elemento. Nesta pesquisa houve um aumento de desempenho de 5% entre as condições pré e pós-treinamento para palavras não treinadas e nas pesquisas de Burk *et al.* (2006) o ganho foi de 5,3%, em Burk e Humes (2008) não houve ganho e em Bode e Oyer (1970) o ganho foi de 4,4%. O treinamento é mais eficiente para melhorar o aprendizado de estímulos treinados na condição em que foi treinada (respostas em conjunto aberto ou fechado) e não naquelas em que não foram treinadas (Bode e Oyer, 1970; Burk *et al.*, 2006). Logo, é importante ter clareza do que precisa ser treinado para usar o programa de treinamento auditivo mais adequado.

O terceiro elemento trata da quantidade e da complexidade dos processos que são usados para compreensão da fala e a fidedignidade da medida. A compreensão da fala depende de processamento auditivo periférico e central, e, processamentos cognitivos de boa qualidade. Então, a detecção do som, a transmissão do som, o processamento temporal, o processamento das frequências e o processamento cognitivo do som, que implicam na detecção, identificação, reconhecimento e análise semântica da fala precisam funcionar adequadamente. Nesse sentido,

é importante a escolha adequada do recurso metodológico (observações, instrumentos, testes, entre outros) que vai medir cada um desses aspectos. A fidedignidade da medida é importante para sabermos se o instrumento que está sendo utilizado mede realmente o que é preciso.

É temerário afirmar que uma medida ou outra, como os limiares auditivos ou o *handicap* medido pré-treinamento isoladamente, sejam capazes de predizer os ganhos com o treinamento auditivo, tendo em vista que é possível que haja correlações positivas entre duas medidas mas, o que as fazem ter uma correlação positiva é uma terceira medida, ou seja, é possível que os limiares auditivos mais baixos dos participantes do grupo aparentem predizer um maior número de reconhecimentos corretos pós-treinamento, entretanto isso pode estar relacionado a um terceiro fator, como um ótimo funcionamento atencional. Ter baixos limiares não necessariamente prediz o desempenho porque a medição da sensibilidade auditiva mede apenas a detecção do som. Magalhães e Gomez (2007) constataram que pessoas com limiares auditivos mais elevados podem ter desempenhos melhores em reconhecimento de fala em condição de ruído que pessoas com limiares mais baixos. Então, há um conjunto de aspectos auditivos que, englobam o processamento temporal auditivo (já mencionado), e influenciam a compreensão da fala. Por vezes, os limiares auditivos estão dentro da normalidade. Mas, os danos da estria vascular alteram o potencial endococlear e prejudicam a transmissão do sinal que chega ao cérebro (Schimiedt, 2010). Freigang *et al.* (2011) afirmam que a capacidade de discriminação de frequências também influencia a habilidade de discriminação de fonemas. Além disso, prejuízos no córtex auditivo primário ou na área auditiva anterior podem gerar dificuldade para discriminar consoantes com características semelhantes (Engineer, 2016).

Por outro lado, tentar predizer o ganho com os escores apenas do *handicap* pode ser outro erro de lógica. Henshaw e Ferguson (2013) afirmam que o uso exclusivo de medidas de

auto relato pode refletir apenas as expectativas criadas por participar de uma intervenção. É importante que esse dado esteja acompanhado de benefícios funcionais obtidos em tarefas de inteligibilidade de fala e desempenho cognitivos (Henshaw & Ferguson, 2013). Como o processo que possibilita a compreensão da fala é muito complexo e depende de muitas variáveis, deve-se ter muita atenção na interpretação de correlações e a respeito do que causa, melhora ou altera o desempenho com treinamentos e no uso de instrumentos.

Na presente pesquisa todas as variáveis possíveis foram controladas. Apesar do esforço em controlar variáveis avaliadas como relevantes, observamos limitações no protocolo de treinamento quanto à exatidão da intensidade em que o som saía do computador, em razão da não linearidade do atenuador. Como o som variou de intensidade de modo não linear, a duração do som das palavras é curta e há variação da intensidade ao longo da emissão da palavra e do ruído (ambos, sons complexos) não foi possível atestar com precisão as intensidades do sinal e do ruído. Os dados que fizeram emergir essa dúvida foram os desempenhos do grupo na razão S/R -3 e -6.

Sugere-se que sejam estudadas e criadas mais listas de palavras para o treinamento auditivo a partir do corpus do português brasileiro, abrangendo as palavras mais frequentes, mais fáceis e mais difíceis da língua para servirem de estímulos durante o treinamento. É interessante a criação de um número grande de sentenças que possuam características apropriadas para serem usadas em treinamento auditivo do tipo analógico. Sugere-se que nos próximos protocolos de treinamento sejam usadas mais palavras, sentenças, outros falantes de ambos os sexos e com faixas etárias diferentes e mais sessões durante o treinamento para verificar se há um aumento de ganho e a generalização do aprendizado. É interessante treinar perguntando qual foi a palavra emitida, esperando a evocação voluntária da palavra (conjunto

aberto - *open set condition*) após sua emissão, para possibilitar maior atenção e engajamento na tarefa. Pode ser útil treinar usando mais de um tipo de ruído, em cada sessão ter um ruído diferente que represente os ruídos encontrados no cotidiano. Em outras palavras é interessante averiguar os efeitos das interações entre as variáveis mencionadas, tendo em vista que a finalidade do treinamento auditivo é melhorar a compreensão da fala para ouvir nas situações cotidianas.

Considerando que, adultos mais velhos se apoiam em recursos cognitivos para aperfeiçoarem a percepção, o treinamento deve focar em funções cognitivas e perceptuais (Anderson & Kraus, 2013). Então, é indicado que em futuras pesquisas sobre treinamento auditivo, sejam realizadas algumas sessões complementares de treinos nas áreas de atenção, memória verbal, velocidade de processamento e outras funções cognitivas que possam estar relacionadas à compreensão da fala.

Para finalizar, é muito importante esclarecer que, os procedimentos adotados em pesquisa devem ser sistematizados para possibilitar um melhor entendimento sobre os resultados e quais variáveis os influenciam. Em outras palavras, sempre que possível, as medidas usadas nas pesquisas sobre treinamento devem ser iguais, pois isso permite comparações e metanálises futuras, além de gerar conhecimento sobre quais são os efeitos de cada tipo de protocolo de treinamento e como gerar efeitos cada vez mais robustos. Por outro lado, salienta-se que no contexto clínico os protocolos de treinamento auditivo devem ser ajustados à necessidade de cada paciente, pois com o passar dos anos a variabilidade interindividual aumenta nos aspectos relacionados a capacidade física, motora, sensorial, perceptual, cognitiva, entre outras.

Conclusão

A importância principal deste trabalho é ter mostrado que é possível ter benefícios em reconhecimento de fala usando um protocolo informatizado de treinamento, com poucas sessões e um número pequeno de palavras em português selecionadas para este fim. Usando um método adaptativo de treinamento e estímulos próprios para este fim, é possível obter ganhos em reconhecimento de fala estatisticamente significativos, como os obtidos neste trabalho. As listas de palavras "B" e "D" de Andrade (2010) não apresentaram diferença significativa em nível de dificuldade perceptual; e os arquivos de áudio das listas "A", "B", "C" e "D" de Andrade (2010) apresentaram-se inteligíveis e adequados, por isso podem ser utilizados para avaliação de discriminação auditiva ou treinamento auditivo.

Referências

- Agrawal, U., Platz, E. A., & Niparko, J. K. (2008). Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults. *Archives International*, 168, 1522-1530.
- Ajith, K. U., & Sangamantha, A.V. (2011). Temporal processing abilities across different age groups. *Journal of the American Academy of Audiology*, 22, 5-12.
- Almeida, C. I. R., & Caetano, M. H. U. (1988). Logaudiometria utilizando sentenças sintéticas. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 54 (3), 68-72.
- Anderson, S., & Kraus, N. (2013). Auditory training:evidence of neural plasticity in older adults. *Perspectives on Hearing and Hearing Disorders. Research and Research Diagnostics* 17, 37-57.
- Andrade, A. N., Gil, D., & Íorio, M. C. M. (2010). Elaboração da versão em Português Brasileiro do teste de identificação de sentenças dicóticas (DSI). *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 15 (4). 540-545.
- Andrade, L. C. H. (2010). *Desenvolvimento de um conjunto de estímulos para treinamento auditivo de idosos em reconhecimento de fala em condição de ruído*. (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil). Recuperado de: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/7760?mode=full>
- Aquino, A. M. C. M. A., Almeida, C. I. R., & Oliveira, J. A. A (1993). Teste de identificação de sentenças sintéticas (SSI) em português com mensagem competitiva: Uma padronização. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 59 (3), 160-169.
- Baraldi, G. S., Almeida, L. C., & Borges, A. C. C. (2007). Evolução da perda auditiva no decorrer do envelhecimento. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 73 (1), 64-70.

- Ben-David, B. M., Chambers, C. G., Daneman, M., Pichora-Fuller, M. K., Reingold, E. M., & Schneider, B. A. (2011). Effects of aging and noise on real time spoken word recognition: Evidence from eye movements. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 54*, 243-262.
- Ben-David, B. M., Tse, V. Y. Y., & Schneider, B. A. (2012). Does it take older adults longer than younger adults to perceptually segregate a speech target from a background masker? *Hearing Research, 290*, 55-63.
- Bess, F. H., Lichtenstein, M. J., Logan, S. A., Burger, M. C., & Nelson, E. (1989). Hearing impairment as a determinant of function in the elderly. *Journal of the American Geriatrics Society, 37* (2), 123-128.
- Bode, D. L., & Oyer, H. J. (1970). Auditory training and speech discrimination. *Journal of Speech and Hearing Research, 13*, 839-855.
- Borges, A. C. L. C. (1997). Dissílabos alternados: SSW. In: L. D. Pereira, & E. Schochat (Orgs.), *Processamento auditivo central: Manual de avaliação*. São Paulo: Lovise.
- Brant, L. J., & Fozard, J. L. (1990). Age changes in pure-tone hearing thresholds in a longitudinal study of normal human aging. *Journal of Speech and Hearing Research, 88* (2), 813-820.
- Burk, M. H., & Humes, L. E. (2007). Effects of training on speech recognition performance in noise using lexically hard words. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 50*, 25-40.
- Burk, M. H., & Humes, L. E. (2008). Effects of long term training on aided speech-recognition performance in noise in older adults. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 51*, 759-771.

- Burk, M. H., Humes, L. E., Amos, N. E., & Strauser, L. E. (2006). Effect of training on word-recognition performance in noise for young normal-hearing and older hearing-impaired listeners. *Ear and Hearing, 27*, 263-278.
- Cainer, K. E., James, C., & Rajan, R. (2008). Learning speech-in-noise discrimination in adult humans. *Hearing Research, 238* (1-2), 155-164.
- Calais, L. L., Borges, A. C. L. C., Baraldi, G. S., & Almeida, L. C. A. (2008). Queixas e preocupações otológicas e as dificuldades de comunicação de indivíduos idosos. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 13* (1), 12-19.
- Carvalho, B. S. (2007). Teste de figuras para discriminação fonêmica: proposta e aplicação. (Dissertação da Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria).
Recuperado de: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1383
- Costa, E. A. (1998). *Desenvolvimento de teste de reconhecimento de fala, com ruído, em português do Brasil, para aplicação em audiologia ocupacional* (Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas). Recuperado de: <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/Pesquisa.do?autor=&tipoPesqAutor=T&assunto=Ua+nova+proposta+para+avalia%27%23o+do+reconhecimento+de+fala+em+adultos+com+audi%27%23o+normal+&tipoPesqAssunto=T&ies=&tipoPesqIes=T&nivel=&anoBase=>
- Costa, M. J. (1997). *Desenvolvimento de listas de sentenças em português*. (Tese de doutorado, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo). Recuperado de: <http://search.bvsalud.org/unifesp/resources/epm-015144>
- Cotta, M. F.; Malloy-Diniz, L. F.; Rocha, F. L.; Bicalho, M. A. C.; Nicolato, R.; Moraes, E. N.; de Paula, J. J. (2011) Validade discriminante do Teste de Aprendizagem Auditivo-

- Verbal de Rey: comparação entre idosos normais e idosos na fase inicial da doença de Alzheimer. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 60 (4), 253-258.
- Cruickshanks, K. J., Wiley, T. L., Tweed, T. S., Klein, B. E., Klein, R., Mares, Perlman, J. A., & Nondahl, D. M. (1998). Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin: The epidemiology of hearing loss study. *American Journal of Epidemiology* 148, 879–886.
- Deary, I. J., Corley, J., Gow, A. J., Harris, S. E., Houlihan, L. M., Marioni, R. E., Penke, L., Rafnsson, S. B., & Starr, J. M. (2009). Age-associated cognitive decline. *British Medical Bulletin*, 92, 135–152.
- Dobrevá, M. S., O'Neil, W. E., & Paige, G. D. (2011). Influence of aging on human sound localization. *Journal of Neurophysiology*, 105, 2471-2486.
- Dubno, J. R., Dirks, D. D., & Langhofer, L. R. (1982). Evaluation of hearing impaired listeners using a nonsense syllable test. II. Syllable recognition and consonant confusion patterns. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25, 141-148.
- Dubno, J. R., Dirks, D. D., & Morgan, D. E. (1984). Effects of age and mild hearing loss on speech recognition in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 76 (1), 87-96.
- Dubno, J. R. (2013). Benefits of auditory training for aided listening by older adults. *American Journal of Audiology*, 22, 335-338.
- Eggermont, J. J. (2017). Acquired hearing loss and brain plasticity. *Hearing Research*, 343, 176-190.

- Elliot, L. L., Busse, L. A., & Bailet, L. L. (1985). Identification and discrimination of consonant-vowel syllables by younger and older adults. *Perception and Psychophysics*, 37, 307-314.
- Engineer, C. T., Rahebi, K. C., Buell, E. P., Fink, M. K., & Kilgard, M. P. (2016). Speech training alters consonant and vowel responses in multiple auditory cortex fields. *Behavioral Brain Research*, 287, 256-264.
- Falkenberg, L. E., Specht, K., & Westerhausen, R (2011). Attention and cognitive control networks assessed in a dichotic listening fMRI study. *Brain and Cognition*, 76, 276-285.
- Feitosa, M. A. G. (2001). Envelhecimento sensorial: A pesquisa básica e implicações para a qualidade de vida. *Psychologica*, 28 (1), 159-175.
- Ferguson, M. A., Henshaw, H., Clark, D. P. A., & Moore, D. R. (2014). Benefits of phoneme discrimination training in a randomized controlled trial of 50- to 74 year olds with mild hearing loss. *Ear and Hearing*, 35 (4), 110-121.
- Fransen, E., Topsakal, V., Hendrickx, J. J., Van Laer, L., Huyghe, J. R., Van Eyken, E., *et al.* (2008). Occupational noise, smoking, and a high body mass index are risk factors for age-related hearing impairment and moderate alcohol consumption is protective: A European population-based multicenter study. *Journal of the Association for Research in Otorhinolaryngology*, 9, 264-276.
- Freigang, C., Schmidt, L., Wagner, J., Eckardt, R., Steinhagen-Thiessen, E., Ernst, A., & RübSamen, R. (2011). Evaluation of central auditory discrimination abilities in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 3, 1-11.
- Frisina, R. D., & Zhu, X. (2010). Auditory sensitivity and the outer hair cell system in the CBA mouse model of age-related hearing loss. *Animal Physiology*, 2, 9-16.

- Gonçales, A. S., & Cury, M. C. L. (2011). Assessment of two central auditory tests in elderly patients without hearing complaints. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 77 (1), 24-32.
- Gordon-Salant, S. (1986). Effects of aging on response criteria in speech-recognition tasks. *Journal of Speech and Hearing Research*, 29, 155-162.
- Gordon-Salant, S. (2005). Hearing loss and aging: New research findings and clinical implications. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42 (4), 9-24.
- Harris, K. C., Mills, J. H., He, N., & Dubno, J. R. (2008). Age-related differences in sensitivity to small changes in frequency assessed with cortical evoked potentials. *Hearing Research*, 243, 47-56.
- He, N., Dubno, R., & Mills, J. H. (1998). Frequency and intensity discrimination measured in a maximum-likelihood procedure from young and aged normal-hearing subjects. *The Journal of Acoustical Society of America*, 103 (1), 553–565.
- Helfer, K. S., & Freyman, R. L. (2008). Aging and speech-on-speech masking. *Ear and Hearing*, 29 (1), 87-98.
- Helfer, K. S., & Huntley, R. A. (1991). Aging and consonant errors in reverberation and noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 90 (4), 1786-1796.
- Henshaw, H., & Ferguson, M. A., (2013). Efficacy of individual computer-based auditory training for people with hearing loss: a systematic review of the evidence. *Plos One*, 8 (5), 1-18.
- Humes, L. E. (2013). Understanding the speech-understanding problems of older adults. *American Journal of Audiology*, 22, 303-305.

- Humes, L. E., Burk, M. H., Strauser, L. E., & Kinney, D. L. (2009). Development and efficacy of a frequent-word auditory training protocol for older adults with impaired hearing. *Ear and Hearing, 30*, 613-627.
- Humes, L. E., Dubno, J. R., Gordon-Salant, S., Lister, J. J., Cacace, A. T., Cruickshanks, K. J., *et al.* (2012). Central Presbycusis: A review and evaluation of the evidence. *Journal of the American Academy of Audiology, 23*, 635-666.
- Humes, L. E., & Floyd, S. S. (2005). Measures of working memory, sequence learning, and speech recognition in the elderly. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 48*, 224-235.
- Humes, L. E., Kewley-Port, D., Fogerty, D., & Kinney, D. (2010). Measures of hearing threshold and temporal processing across the adult lifespan. *Hearing Research, 264*, 30-40.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Censo demográfico 2010: Pessoas com deficiência - Amostra. Recuperado de:
http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=df&tema=censodemog2010_defic
- Ison, J. R., Tremblay, K. L., & Allen, P. D. (2010). Closing the gap between neurobiology and human Presbycusis: Behavioral and evoked potential studies of age-related hearing loss in animal models and in humans. In S. Gordon-Salant, R. D. Frisina, A. N. Popper & R. R. Fay (Orgs.), *The aging auditory system* (pp. 9-35). Nova York, NY: Springer.
- Jerger, J., Jerger, S., Oliver, T., & Pirozzolo, F. (1991). Speech understanding in the elderly. *Ear and Hearing, 12* (2), 79-89.
- Jorge, V. O. (2008). *Efeitos do treinamento auditivo em idosos com envelhecimento normal*. (Monografia de conclusão de curso de graduação da Universidade Federal de Minas

Geraiis, Belo Horizonte). Recuperado de: http://ftp.medicina.ufmg.br/fono/monografias/2008/vivianoliva_efeitosdotratamento_2008_1.pdf

- Jurca, A. P. K., Pinheiro, F. C. C., Martins, K. C., Herrera, L. F., Colleone, L. M., & Saes, S. O. (2002). Perfil audiológico em pacientes acima de 60 anos. *Salusvita*, 21 (1), 59-65.
- Kochkin, S. (2005). General satisfaction with hearing instruments in the digital age. *Hearing Journal*, 58, 30- 43.
- Kuchinsky, S. E., Ahlstrom, J. B., Cute, S. L., Humes, L. E., Dubno, J. R., & Eckert, M. A. (2014). Speech-perception training for older adults with hearing loss impacts word recognition and effort. *Psychophysiology*, 51 (10), 1046-57.
- Lang, H., Schulte, B. A., & Schmiedt, R. A. (2002). Endocochlear potentials and compound action potential recovery: Functions in the C57BL/6J mouse. *Hearing Research*, 172, 118-126.
- LePrell, C. G., Hensley, B. N., Campbell, K. C. M., Hall, J. W., & Guire, K. (2011). Evidence of hearing loss in a 'normally-hearing' college-student population. *International Audiology*, 50, S21–S31.
- Lesicko, A. M., & Llano, D. A. (2017). Impact of peripheral hearing loss on top down auditory processing. *Hearing Research*, 343, 4-13.
- Lin, F. R., Thorpe, R., Gordon-Salant, S., & Ferrucci, L. (2011). Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States. *Journal of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 66 (5), 582-590.
- Loo, J. H., Rosen, S., & Bamiou, D. E. (2016). Auditory training effects on the listening skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, 37 (1), 38-47.

- Lutman, M. E., Gatehouse, S., & Worthington, A. G. (1991). Frequency resolution as a function of hearing threshold level and age. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 89, 320-328.
- Macpherson, E. A., & Middlebrooks, J. C. (2000). Localization of brief sounds: Effects of level and background noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108 (4), 1834-1849.
- Magalhães, A. T. M., & Gómez, M. V. S. G. (2007). Índice de reconhecimento de fala na presbiacusia. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*, 11 (2), 169-174.
- Malloy-Diniz, L. F., Da Cruz, M. F., Torres, V., & Consenza, R. (2000). O teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey: Normas para uma população brasileira. *Revista Brasileira de Neurologia*, 36 (3), 79-83.
- Malloy-Diniz, L. F., Lasmar, V. A. P., Gazinelli, L. S. R., Fuentes, D., & Salgado, J. V. (2007). O teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey: Aplicabilidade para população idosa Brasileira. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 29 (4), 324-329.
- Marshall, L. (1981). Auditory processing in aging listeners. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46 (3), 226- 240.
- McArdle, R., & Hnatth-Chislom, T. (2009). Speech Audiometry. In J. Katz, L. Medwetsky, R. Burkard, R. Burkard & L. Hood (Orgs.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 69-72). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Megale, R. L., Iório, M. C. M., & Schochat, E. (2010). Treinamento auditivo: avaliação do benefício em idosos usuários de próteses auditivas. *Pró Fono Revista de Atualização Científica*, 22 (2), 101-106.

- Ministério da Saúde (2002). *Portaria n. 1060/GM, de 5 de junho de 2002*. Aprova a Política Nacional de Saúde da Pessoa Portadora de Deficiência. Recuperado de: dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2002/Gm/GM-1060.htm
- Mizutari, K., Fujioka, M., Hosoya, M., Bramhall, N., Okano, H. J., Okano, H., & Edge, A. S. B. (2013). Notch inhibition induces cochlear hair cell regeneration and recovery of hearing after acoustic trauma. *Neuron*, 77, 58-69.
- Momensohn-Santos, T. M, Dias, A. M. N., Valente, C. H., & Brasil, L. A. (2009). Métodos objetivos de avaliação da audição. In: T. M. Momensohn-Santos & I. C. P. Russo (Orgs.), *Prática da Audiologia Clínica* (217-244). São Paulo, SP: Cortez.
- Momensohn-Santos, T. M, Dias, A. M. N., Valente, C. H., & Brasil, L. A. (2009) apud Wieselberg, M. B. (1997). A auto avaliação do handicap em idosos portadores de deficiência auditiva: o uso do HHIE. (Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo).
- Mota, H. B. (2001). Pares mínimos: Os contrastes fonológicos do português brasileiro. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 13 (1), 98-106.
- Nações Unidas, Departamento de Responsabilidades Econômica e Social, Divisão Populacional (2015). *Envelhecimento populacional mundial*. New York, NY.
- Neuman, A. C. (2005). Central auditory system plasticity and aural rehabilitation of adults. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42 (4), 169-186.
- Parker, M. A. (2011). Biotechnology in the treatment of sensorineural hearing loss: Foundations and future of hair cell regeneration. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 54, 1709-1731.

- Pereira, L. D., & Schochat, E. (1997). *Processamento auditivo central: Manual de avaliação*. São Paulo: Lovise.
- Pichora-Fuller, M. K., & Levitt, H. (2012). Speech comprehension training and auditory and cognitive processing in older adults. *American Journal of Audiology*, *21*, 351-357.
- Plomp, R. (1994). Comments on “Evaluating a speech-reception threshold model for hearing-impaired listeners” [J. Acoustic. Soc. Am. 93, 2879-2885 (1993)]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *96* (1), 586-587.
- Plomp, R., & Duquesnoy, A. J. (1980). Room acoustics for the aged. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *68*, 1616-1621.
- Quintero, S. M., Marotta, R. M. B., & Marone, S. A. M. (2002). Avaliação do processamento auditivo de indivíduos idosos com e sem presbiacusia por meio do teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica-ssw. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, *68* (1), 28-33.
- Rabelo, C. M., & Schochat, E. (2007). Time-compressed speech test in brazilian portuguese. *Clinics*, *62* (3), 261-272.
- Rajan, R., & Cainer, K. E. (2008). Aging without hearing loss or cognitive impairment causes a decrease in speech intelligibility only in informational maskers. *Neuroscience*, *154*, 784-795.
- Robinson, K., & Summerfield, A. Q. (1996). Adult auditory learning and training. *Ear and Hearing*, *17* (3), 51S-65S.
- Rodrigues, E. J. B. (1981). Discriminação auditiva - normas para avaliação de crianças de 5 a 9 anos. São Paulo: Ed. Cortez.

- Ross, B., Fujioka, T., Tremblay, K. L., & Picton, T. W. (2007). Aging in binaural hearing begins in mid-life: Evidence from cortical auditory-evoked responses to changes in interaural phase. *The Journal of Neuroscience*, *27* (42), 11172-11178.
- Saunders, G. H., Smith, S. L., Chisolm, T. H., Frederick, M. T., McArdle, R. A., Wilson, R. H. (2016). Randomized control trial: Supplementing hearing aid use with listening and communication enhancement (LACE) auditory training. *Ear and Hearing*, *37*, 381-396.
- Scheehan, K. A., McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2005). Is discrimination training necessary to cause changes in the P2 auditory event-related brain potential to speech sounds? *Cognitive Brain Research*, *25*, 547-553.
- Schlauch, R. S., & Nelson, P. (2009). Pure tone evaluation. In J. Katz, L. Medwetsky, R. Burkard, R. Burkard & L. Hood (Orgs.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 30-47). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Schmiedt, R. A. (2010). The physiology of cochlear presbycusis. In S. Gordon-Salant, R. D. Frisina, A. N. Popper & R. R. Fay (Orgs.), *The Aging Auditory System* (pp. 9-38). New York, NY: Springer.
- Seidman, M. D. (2000). Effects of dietary restriction and antioxidants on presbycusis. *Laryngoscope*, *110* (5), 727-738.
- Silva, I. M. C. (2003). *Sensibilidade a tons de alta frequência e reconhecimento de fala em adultos jovens e mais velhos*. (Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília). Recuperado de: http://ftp.medicina.ufmg.br/fono/monografias/2008/vivianoliva_efeitosdotratamento_2008_1.pdf
- Silva, R. C. L., Bevilacqua, M. C., Mitre, E. I., & Moret, A. L. M. (2004). Teste de percepção de fala para palavras dissílabas. *Revista CEFAC*, *6* (2), 209-214.

- Simpson, S. A., & Cooke, M. (2005). Consonant identification in N-talker babble is a nonmonotonic function of N (L). *The Journal Acoustical Society American*, 118, 2775–2778.
- Souza, R. R. (2010). *Treinamento auditivo em idosos com comprometimento cognitivo leve*. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo). Recuperado de: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_d569c52412e277004345637d62e1d144
- Sweetow, R. W., & Palmer, C. V. (2005). Efficacy of individual auditory training in adults: a systematic review of the evidence. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16 (7), 494-504.
- Syka, J. (2002). Plastic changes in the central auditory system after hearing loss, restoration of function, and during learning. *Physiological Reviews*, 82, 601-636.
- Tarnowski, B., Schmiedt, R., Hellstrom, L., Lee, F., & Adams, J. (1991). Age related changes in cochleas of Mongolian gerbils. *Hearing Research*, 161, 45-53.
- Tremblay, K. L. (2005). Beyond the ear: Physiological perspectives on auditory rehabilitation. *Seminars in Hearing*, 26 (3), 127-136.
- Tremblay, K. L., Kraus, N., & McGee, T. (1998). The time course of auditory perceptual learning: Neurophysiological changes during speech-sound training. *Neuroreport*, 9, 3557-3560.
- Ventry, I. M., & Weinstein, B. E. (1982). The Hearing Handicap Inventory for the Elderly: A new tool. *Ear and Hearing*, 3 (3), 128-134.
- Veras, R. P., & Mattos, L. C. (2007). Audiologia do envelhecimento: Revisão da literatura e perspectivas atuais. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 73 (1), 128-134.

- Walton, J. P., Simon, H., & Frisina, R. D. (2002). Age related alteration in the neural coding of envelope periodicities. *Journal of Neurophysiology*, *88*, 565–578.
- Willot, J. F. (1991). *Aging and the auditory system: anatomy, physiology, and psychophysics*. San Diego: Singular.
- Willot, J. F. (1996). Anatomic and physiologic aging: A behavioral neuroscience perspective. *Journal of American Academy of Audiology*, *23*, 635-666.
- Wong, P. C. M., Jin, J. X., Gunasekera, G. M., Abel, R., Lee, E. R., & Dhar, S. (2009). Aging and cortical mechanisms of speech perception in noise. *Neuropsychologia*, *47*, 693–703.
- Working Group on Speech Understanding and Aging (CHABA, 1988). Speech understanding and aging. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *83* (3), 859-895.
- Yamasoba, T., Lin, F. R., Someya, S., Kashio, A., Sakamoto, T., & Kondo, K. (2013). Current concepts in age-related hearing loss: Epidemiology and mechanistic pathways. *Hearing Research*, *303*, 30-38.

Anexos

Anexo A-Lista de Pares Mínimos para Familiarização e Treinamento Auditivo

Lista A	bolo-roló	disco-risco	louco-louro	osso-olho
	capa-cara	febre-lebre	maca-malha	puxa-puma

Lista B	brinco-trinco	soda-soja	colher-mulher	pão-chão	tela-zela
	rabo-raso	dedo-medo	mão-não	carinho-carrinho	tapa-mapa
	bola-mola	dama-cama	fina-filha	cinco-zinco	ventar-sentar
	bicho-lixo	fila-vila	caneca-careca	casal-canal	vinho-ninho
	bato-gato	fanta-janta	punho-pulo	lisa-lixá	loja-lona
	barro-jarro	gruta-fruta	feio cheio	xiz-giz	gatilho-gatinho
	data-nata	gato-jato	ponta-conta	cacho-carro	colhe-corre
	cadeira-caveira	caixa-faixa	pó-vó	tia-dia	touro-couro

Lista C	bala-fala	faca-vaca	pala-palha	pêra-cera	teia-veia
	bota-nota	forro-zorro	bolacha-borracha	passa-massa	fita-ficha
	bola-cola	filho-milho	fila-filha	careta-carreta	carteiro-carneiro
	pote-bote	galinha-salinha	uma-unha	ceia-cheia	cavar-casar
	moda-molha	gorro-morro	sono-sonho	camisa-Camila	vaca-jaca
	roda-rosa	calo-galo	sonho-soro	casa-cama	bandeja-bandeira
	marido-marinho	carro-varro	porta-torta	chato-jato	pastilha-pastinha
	dado-gado	cão-não	posto-gosto	chato-rato	telha-terra

Lista D	bela-vela	fio-rio	cola-gola	pavio-navio	tira-gira
	carimbo-carinho	pegada-pesada	mala-malha	caro-carro	trio-frio
	bóia-jóia	figo-fino	moça-louça	selo-gelo	veia-cheia
	dente-lente	gata-lata	nua-lua	passo-paro	aveia-areia
	bolada-bolacha	roqueira-roseira	canhão-carão	lixo-linho	zangada-jangada
	vida-vira	canto-santo	pente-dente	chico-rico	alho-aro
	figura-segura	cama-chama	ponte-fonte	Terra-guerra	molho-morro
	faca-jaca	secar-serrar	pé-Zé	tinta-cinta	vela-Vera
	timão-limão				

**Anexo B-Hearing Handicap Inventory for the Elderly – Questionário para handicap
auditivo para idosos (adaptação de Wieselberg, 1997)**

Instruções: O questionário a seguir contém 25 perguntas. Você deverá escolher apenas uma resposta para cada pergunta, colocando um (X) naquela que julgar adequada. Algumas perguntas são parecidas, mas na realidade têm pequenas diferenças que permitem melhor avaliação das respostas. Não há resposta certa ou errada. Você deverá marcar aquela que julgar ser a mais adequada ou apropriada ao seu caso ou situação.

	Sim 4 pontos	Às vezes 2 pontos	Não 0 pontos
S1- A dificuldade em ouvir faz você usar o telefone menos vezes do que gostaria?			
E2- A dificuldade em ouvir faz você se sentir constrangido ou sem jeito quando é apresentado a pessoas desconhecidas?			
S3- A dificuldade em ouvir faz você evitar grupo de pessoas?			
E4- A dificuldade em ouvir faz você ficar irritado?			
E5- A dificuldade em ouvir faz você se sentir frustrado ou insatisfeito quando conversa com pessoas da sua família?			
S6- A diminuição da audição causa dificuldades quando você vai à uma festa ou reunião social?			
E7- A dificuldade de ouvir faz você sentir-se um “tolo” ou inferiorizado diante de outras pessoas?			
S8- Você sente dificuldade de ouvir quando alguém fala cochichando?			
E9- Você se sente prejudicado ou diminuído devido a sua dificuldade em ouvir?			
S10- A diminuição da audição lhe causa dificuldades quando visita amigos, parentes ou vizinhos?			
S11- A dificuldade em ouvir faz você ir a serviços religiosos menos vezes que gostaria?			
E12- A dificuldade em ouvir faz você ficar nervoso?			
S13- A dificuldade em ouvir faz você visitar amigos, parentes ou vizinhos menos vezes do que gostaria?			
E14- A dificuldade em ouvir faz você ter discussões ou brigas com a sua família?			
S15- A diminuição da audição lhe causa dificuldades para assistir TV ou ouvir rádio?			
S16- A dificuldade em ouvir faz com que você saia para fazer compras menos vezes que gostaria?			
E17- A dificuldade em ouvir deixa você de alguma maneira chateado ou aborrecido?			
E18- A dificuldade em ouvir faz você preferir ficar sozinho?			
S19- A dificuldade em ouvir faz você querer conversar menos com			

as pessoas da sua família?			
E20- Você acha que a dificuldade em ouvir diminui ou limita de alguma forma sua vida pessoal ou social?			
S21- A diminuição da audição lhe causa dificuldades quando está em um restaurante com familiares ou amigos?			
E22- A dificuldade em ouvir faz você sentir-se triste ou deprimido?			
S23- A dificuldade em ouvir faz você assistir TV ou ouvir radio menos vezes do que gostaria?			
E24- A dificuldade em ouvir faz você se sentir mais constrangido ou menos à vontade quando conversa com amigos?			
E25- A dificuldade em ouvir faz você se sentir isolado ou “deixado de lado” em um grupo de pessoas?			

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ADULTOS MAIS VELHOS

Prezado (a) _____,

Vimos, através deste, convidá-lo para participar de uma pesquisa sobre percepção auditiva.

A maioria das pessoas tem alguma dificuldade em compreender o que os outros falam, especialmente em ambientes ruidosos. Esta dificuldade aumenta com o passar dos anos, mas nem sempre as pessoas percebem isto ou conseguem ajuda para minimizar esta dificuldade.

Buscamos com esta pesquisa desenvolver mais um modo de ajudar as pessoas a compreenderem melhor a fala dos outros, em ambientes com barulho de gente falando. Dessa forma, você estará ajudando a ciência a encontrar novas formas de ajudar pessoas mais velhas com dificuldades para se comunicar em ambientes do dia a dia.

Esta pesquisa propõe a aplicação de um treinamento auditivo. A pesquisa inclui 10 sessões ao todo. Por isso, precisaremos que você compareça de duas a três vezes por semana durante 4 a 5 semanas no laboratório de Psicobiologia do Instituto de Psicologia. Cada sessão ou dia compreenderá 3 blocos de treinamento, cada bloco terá 15 minutos, ou seja, será em torno de 45 min hora por dia.

Antes do treinamento propriamente dito, você passará por uma avaliação auditiva e cognitiva. Apresentando as características esperadas, você passará por uma avaliação de para verificar sua capacidade de reconhecer palavras em situação de ruído para que seu desempenho seja comparado no início e no final do treinamento. Após estes procedimentos iniciará o treinamento. Então, você sentará em frente ao computador e ouvirá em fones de ouvido uma palavra juntamente com o barulho de várias pessoas falando. Após ouvir a palavra, espera-se que você aponte, com a seta do mouse, para uma das palavras que estará escrita no monitor. Você deverá clicar com o mouse na palavra escrita que for igual à que ouviu. Serão apresentadas várias palavras, uma após a outra. Para todas as palavras ouvidas, você deverá clicar naquela palavra que for igual à ouvida. Se você tiver dúvida, clique naquela palavra que você achar que é correta.

Você poderá desistir de participar da pesquisa a qualquer momento por qualquer motivo sem prejuízos para você. Durante a realização da pesquisa você poderá deixar de responder aquelas questões que possam lhe causar constrangimento. Essa é uma pesquisa de baixo risco, o risco envolvido é apenas o cansaço que uma tarefa repetitiva poder gerar. A sua identidade será mantida sob

sigilo e os dados desta pesquisa poderão ser usados para apresentações em congressos científicos e para publicações em revistas científicas. Ao término da sessão seus resultados serão apresentados.

Esse trabalho foi submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Humanas. A função do Comitê de Ética é avaliar se a metodologia que será utilizada na pesquisa obedece aos critérios éticos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Saúde, é dessa forma que a integridade física e mental dos participantes de pesquisa são resguardadas. Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Humanas. Universidade de Brasília – Campus Universitário Darcy Ribeiro – Instituto Central de Ciências (ICC) – Centro – Mezanino – Departamento de Serviço Social, Sala B1 683 - Email: cep_ih@unb. O atendimento deste Comitê é apenas via email.

Declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador responsável e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas. Li e aceito participar da pesquisa.

Luciana Carelli Henriques de Andrade
Pesquisadora responsável
luliandrade@hotmail.com
Telefone: (61) 98195-1046

Assinatura do participante
RG:

ANEXO D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO JOVENS

Prezado (a) _____,

Adultos mais velhos e idosos possuem dificuldade para compreender a fala em ambientes ruidosos, por isso foi desenvolvido um procedimento de treinamento auditivo para treiná-los a discriminar sons consonantais parecidos imersos em palavras. Para que o treinamento ocorra da forma adequada, é necessário que verifiquemos se as palavras que serão usadas durante o treinamento são inteligíveis. Neste sentido, precisamos da sua participação.

Antes de iniciarmos o experimento realizaremos uma avaliação auditiva abrangendo a audiometria e uma breve entrevista sobre a sua audição. Após isso você será encaminhado a uma sala onde ficará sentado em frente ao computador. Você ouvirá algumas palavras nos fones de ouvido, após ouvir cada uma delas você deverá clicar na palavra escrita na tela que for correspondente à palavra ouvida. O tempo estimado de duração das atividades é de 2 horas.

Você poderá desistir de participar da pesquisa a qualquer momento. Caso isso aconteça, você não será penalizado de qualquer forma. Durante a realização da pesquisa você poderá deixar de responder aquelas questões que por ventura lhe causem constrangimento. Essa é uma pesquisa de baixo risco, o risco envolvido é apenas o cansaço que uma tarefa repetitiva poder gerar. A sua identidade será mantida sob sigilo e os dados desta pesquisa poderão ser usados para apresentações em congressos científicos e para publicações em revistas científicas. Ao término da sessão seus resultados serão apresentados. Seus gastos decorrentes da participação na pesquisa serão ressarcidos.

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Humanas. A função do Comitê de Ética é avaliar se a metodologia que será utilizada na pesquisa obedece aos critérios éticos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Saúde, dessa forma a integridade física e mental dos participantes de pesquisa são resguardadas.

A pesquisa tem a orientação da professora Maria Ângela G. Feitosa e será realizada pela psicóloga e aluna de doutorado Luciana C. H. de Andrade, da Universidade de Brasília (UNB). Caso você tenha dúvidas, entre em contato com a pesquisadora, a qualquer momento, pelo telefone ou email abaixo. Desde já agradecemos a sua colaboração. Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Humanas. Universidade de Brasília – Campus Universitário Darcy Ribeiro – Instituto Central de Ciências (ICC) – Centro – Mezanino – Departamento de Serviço Social, Sala B1 683. O atendimento deste Comitê é apenas via email.

Declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador responsável e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas. Li e aceito participar da pesquisa.

Luciana Carelli Henriques de Andrade

Pesquisadora responsável

luliandrade@hotmail.com

Telefone: (61) 8195-1046

Assinatura do participante

RG: