**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

FABIANA DE SOUZA PINTO AZENHA

**Telessaúde em Audiologia: avaliação de um aplicativo para
smartphone como tecnologia assistiva para deficientes auditivos**

**BAURU
2018**

FABIANA DE SOUZA PINTO AZENHA

**Telessaúde em Audiologia: avaliação de um aplicativo para
smartphone como tecnologia assistiva para deficientes auditivos**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências no Programa de Fonoaudiologia, na área de concentração Processos e Distúrbios da Comunicação.

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Viviane Ferrari

**BAURU
2018**

Az23t

Azenha, Fabiana de Souza Pinto

Telessaúde em Audiologia: avaliação de um aplicativo para smartphone como tecnologia assistiva para deficientes auditivos / Fabiana de Souza Pinto Azenha. – Bauru, 2018.

136 p. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Viviane Ferrari

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Fabiana de Souza Pinto Azenha

Data: ____/____/____

Comitê de Ética da FOB-USP
CAAE: 49810415.7.0000.5417
Data: 03/05/2016

DEDICATÓRIA

A *Deus*, pelos caminhos percorridos e nunca me deixar perder a fé. Por me oferecer tudo que preciso, me dando sabedoria para realizar minhas escolhas.

À minha filha *Luísa*, pelo amor mais puro, natural e incondicional, por cada sorriso de bom dia que alegra as minhas manhãs e me ensina a sorrir sempre. Pelos aprendizados nessa jornada linda que é ser Mãe!

Aos meus pais, *Sérgio e Marta*, por todo amor, dedicação e valores ensinados. Pela vida que me deram e me ajudaram a trilhar. Por todo incentivo ao estudo sempre, acreditando e apoiando. O carinho de vocês, com certeza, fez toda diferença. Obrigada por serem os avós mais corujas, que tanto cuidam e zelam pela nossa “Pituca”.

Ao meu amor, *Francisco*, pelo amor, aprendizado, respeito, risadas, carinho e crescimentos. Por nossas muitas descobertas e conquistas - que sozinhos não teríamos conseguido. Por tudo que passamos juntos e ainda vamos passar, superando cada obstáculo, sempre com muito amor e companheirismo. Obrigada pela nossa filha linda *Luísa*, e por ser o melhor pai do mundo!!!

Às minhas irmãs, *Paty e Ane*, companheiras de brincadeiras, travessuras, risadas, choros, brigas e castigos. Tudo na sua medida, tornando a vida completa e feliz! Sem vocês ao meu lado, não teria graça!

Aos meus avós, *Gilda e Darcy (in memoriam)*, *Olga (in memoriam)* e *Antônio (in memoriam)*, pela infância maravilhosa, pelo colo e mimos que só avós podem fazer por uma criança muito amada. Sinto muitas saudades...

Vocês são essenciais em minha vida...

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora *Profa. Dra. Deborah Viviane Ferrari* por todo apoio, paciência e ensinamentos. Por me tornar uma profissional mais competente e humana. Me ensinando a lidar com as diferenças e dificuldades de cada pessoa. Por todo amor que você dedica aos seus alunos... por se preocupar comigo e vibrar com cada conquista pessoal, assim como me ajudou sempre a superar os problemas e não desistir.

Aos meus *familiares* por acompanharem e fazerem parte da minha história. Tornando-a mais alegre e com engraçadas histórias. Por participarem do meu crescimento e torná-lo mais completo.

À minha família do Coração: meus padrinhos *Lilian e Edmilson*, e seus filhos *Rafa, João e Bia; Bras e Gisa (in memoriam)*, e seus filhos *Lari e Victor, Bete e Alexandre*, e seus filhos *Léo e Mari* - por todas as histórias incríveis e muitos anos de convivência e amor. Pelos cuidados comigo e acompanhar minha vida. Pela proteção e amor, tornando real a existência de que os laços de sangue não trazem amor maior do que os laços de amor e amizade.

Às famílias *Azenha e Vieira*, que agora também faço parte, pelo acolhimento caloroso e por trazerem tantos momentos bons. Pela convivência maravilhosa, felicidade e apoio nas nossas conquistas. Aos meus sobrinhos *Pedro Henrique, Arthur, Rafael e Felipe*, por me ensinarem o amor incondicional de tia e voltar a ser criança quando estou com vocês!

Às minhas queridas amigas de trabalho *Thaís, Patrícia, Tatiana, Raquel Beltrão, Josilene, Marina, Raquel Agostinho e Luciane* por esses oito anos trabalhando juntas. Pelo apoio, ajuda, ensino e compartilhar muitos momentos bons, principalmente nesses últimos quatro anos difíceis. Obrigada pela nossa rotina adorável e podermos juntas, construir um serviço de qualidade e respeito para os nossos pacientes.

À minha querida amiga e professora *Wanderléia Quinhoneiro Blasca*, por todo amor, conselhos e orientação. Pela paciência e mostrar que conseguimos tudo com amor! Por compartilhar comigo alguns momentos difíceis, me guiando e não me deixando desistir! Que todos tenham a sorte de ter pessoas assim em suas vidas!

À minha querida amiga e professora *Maria Fernanda Capoani Garcia Mondelli*, por todo carinho, risadas e amor! Pelas nossas conversas e conselhos. Você sabe o quanto é especial...

Aos queridos amigos da Clínica de Fonoaudiologia - *Dine, Mariana, Liliane, Livia, Danilo, Genilson, Eloísa, Géssyka, Marlene, Neide, Sandra, Eduardo, Sidnei, Evandro, Thiago Raymondi, Wladimir, Fernando, Claudinha e Milena* - por toda ajuda durante a execução desse trabalho! Além é claro, do dia a-dia e convivência, que apesar de alguns problemas, não sobrepõe como é bom trabalhar ao lado de vocês!

Aos meus amigos *Paula, Maycon e Camila*, por dividir as aflições e compartilhar novidades e facilidades para execução do trabalho e depois de toda convivência, pelo carinho e amizade que ganhamos. Só tenho a agradecer por toda ajuda e colaboração, por não medirem esforços, mesmo vocês estando atarefados com seus projetos.

À *Andressa Vital*, querida amiga, que tanto me acompanhou nesses anos e esteve comigo em momentos importantíssimos, me dando todo apoio e carinho. Obrigada pelas conversas e por me “emprestar” seus pais, que tanto cuidaram de mim espiritualmente.

À *Milene Andrigueti de Souza*, além de uma pessoa maravilhosa, profissional extremamente competente, que tanto me auxiliou em busca de artigos e citações, assim como me ensinou como realizar as buscas, facilitando uma parte importantíssima desse trabalho, sempre com muita paciência!

Aos *pacientes*, que me ensinam a cada dia a humildade, paciência, simplicidade e valorizar a vida. Sempre com sorriso no rosto, mesmo muitas vezes, tendo tristes histórias e uma vida cheia de dificuldades. Muito nos ensina que a felicidade está nas coisas simples da vida e que devemos ser felizes com o que temos - que é o que Deus nos deu... Às *pessoas* que fizeram parte da minha coleta de dados, meu muito obrigada pela colaboração e disposição em participar dos testes! Vocês foram peças fundamentais para conclusão desse trabalho.

Às queridas professoras da Audiologia - *Profa. Dra. Natália Barreto Frederigue Lopes, Profa. Dra. Regina Tangerino de Souza Jacob, Profa. Dra. Andrea Cintra Lopes, Profa. Dra. Lilian Cassia Bornia Jacob Corteletti, Profa. Dra. Adriane de Lima Mortari Moret, Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga e Profa. Dra. Mariza Ribeiro Feniman* - cada uma de uma maneira, contribuiu imensamente para concretização desse trabalho e ao longo desses anos para meu crescimento profissional!

Ao *Prof. Dr. João Cândido Fernandes*, por compartilhar seu conhecimento, pelo apoio e auxílio da área da engenharia acústica durante o desenvolvimento dessa pesquisa!

A Chefia de Departamento *Profa. Dra. Magali de Lourdes Caldana, Profa. Dra. Patricia Abreu Pinheiro Crenitte e Profa. Dra. Maria Inês Pegoraro Krook*, por todo apoio e incentivo sempre! Por estarem sempre prontas a ajudar, tanto nas questões profissionais quanto nas pessoais. Que sempre me acolheram e auxiliaram nos momentos mais delicados ao longo desses anos.

Ao *Orlandi e Luciano*, por toda ajuda prestada, informações e medições realizadas para que esse trabalho fosse concretizado! Obrigada pelo profissionalismo e paciência em tantas medidas e vindas à USP, até que tudo ficasse perfeito!

À *Dra. Patrícia Danieli Campos e Prof. Dr. José Roberto Lauris*, por todo auxílio durante a estatística desse trabalho!

Às minhas *colegas de Doutorado*, que dividiram muitos momentos de angústia, mas também muitos momentos alegres durante as disciplinas e convivência, tornado a etapa mais leve.

Às *secretárias* do Departamento de Fonoaudiologia e às secretárias da Pós-Graduação da FOB-USP, por toda atenção e apoio nos momentos em que precisei, me orientando e auxiliando com muito carinho e respeito.

A todos que de alguma forma compartilharam comigo esse momento tão importante! Muito obrigada!

“Uma das coisas mais maravilhosas da vida, é que o aprendizado é contínuo, a gente está sempre aprendendo alguma coisa.”

Clarice Lispector

RESUMO

Tendo em vista a alta incidência da perda auditiva de grau leve, dificuldades comunicativas que acarreta, sobretudo em situações acústicas adversas, e inconsistência da literatura quanto ao benefício obtido com o aparelho de amplificação sonora individual (AASI) para esta população, os dispositivos com tecnologia de microfone remoto, como o sistema de frequência modulada (FM), são considerados. Tais dispositivos são de alto custo e sua dispensação pelo Sistema Único de Saúde é voltada para indivíduos entre 5 a 17 anos de idade. O aplicativo gratuito, para smartphone, Mobile Based Assistive Listening System (MoBALS) funciona como microfone remoto, sendo de importância sua avaliação. Esta pesquisa foi organizada em dois estudos. Estudo 1: realizou-se a adaptação do teste do nível de ruído aceitável (ANL) para o português brasileiro. Um discurso contínuo em português (falante masculino) foi apresentado com ruído de 12 falantes (em inglês), em campo livre. A intensidade de ruído que o indivíduo consegue aceitar enquanto escuta o discurso (ANL) foi mensurada em 36 indivíduos com audição normal (GTA) e 20 com perda auditiva sensorineural de grau leve (GDA). Os valores do ANL para o GTA e GDA foram menores do que os reportados em literatura. Não houve diferença significativa do ANL quando comparado os estímulos de fala (inglês x português), gênero do ouvinte e grupos. Não houve correlação do ANL com a idade ou dados audiométricos dos participantes. Estudo 2: avaliou-se o desempenho na percepção da fala no ruído e impressões quanto à utilização do MoBALS, em comparação ao FM e AASI. Analisou-se a relação entre o ANL e benefício obtido na percepção de fala no ruído, uso e benefício em vida diária com um ou mais destes dispositivos. Participaram 40 adultos e idosos, sendo 20 com audição normal (Controle - GC) e 20 com perda sensorineural leve bilateral, simétrica (Experimental - GE). Foram aplicados os testes nível de ruído aceitável (ANL), avaliação do esforço auditivo (escala SSQ) e percepção da fala no ruído (HINT-Brasil) nas condições “sem dispositivo”, MoBALS, FM e AASI (a última apenas para o GE). O inventário internacional de resultados com AASI (IOI-HA) foi aplicado e as horas diárias de uso do AASI foram mensuradas (apenas GE). A média da pontuação do IOI-HA foi alta sugerindo benefício e satisfação com o AASI em vida diária. A média de horas de uso do AASI relatada (6,8) foi significativamente maior do que a observada no *datalogging* dos dispositivos (4,3).

O GE reportou esforço auditivo significativamente maior do que o GC. Na comparação intragrupo para o HINT-Brasil, a relação sinal/ruído (S/R) obtida com o MoBALS foi significativamente maior (GC) ou similar (GE) à obtida com o FM. Tanto o FM como o MoBALS proporcionaram menores relações S/R (melhor desempenho) do que as condições “sem dispositivo” (GC e GE) e “AASI” (GE). Não houve diferença da relação S/R entre as condições “sem dispositivo” e “AASI” (GE). O benefício na percepção da fala obtido com o MoBALS foi igual para o GC e GE. Correlações fracas e não significativas foram observadas entre o ANL e todas as demais variáveis - exceto para o GE, onde houve correlação fraca significativa entre ANL e a relação S/R obtida com o FM. A maioria dos participantes consideraram o MoBALS de fácil manuseio, avaliaram positivamente sua qualidade sonora, assim como utilizariam em vida diária. Conclui-se que: (a) a versão do ANL em português produziu resultados equivalentes ao teste original inglês; (b) indivíduos com perda leve enfrentam maior esforço auditivo no seu dia a dia do que seus pares ouvintes; (c) o AASI fornece benefício em vida diária para indivíduos com perda leve, embora tais benefícios não sejam refletidos na avaliação clínica da percepção da fala no ruído; (d) o ANL não influenciou os resultados de percepção de fala, uso ou benefício em vida diária obtidos com os dispositivos avaliados e (e) o MoBALS pode ser considerado como alternativa na reabilitação de indivíduos com perda auditiva leve.

Palavras-chave: Telessaúde. Audição. Auxiliares de audição. Tecnologia de baixo custo. Tecnologia biomédica.

ABSTRACT

Audiology telehealth: assessment of a smartphone application as assistive technology for the hearing impaired

Considering the high incidence of mild hearing loss, communicative difficulties, especially in adverse acoustic situations, and inconsistency of the literature regarding the hearing aid (HA) benefit obtained for this population, devices with remote microphone technology, such as the frequency modulated (FM) system, are considered. Such devices are of high cost and their dispensation by the Unified Health System is aimed at individuals between 5 and 17 years of age. The Mobile Based Assistive Listening System (MoBALS) free smartphone application functions as a remote microphone, being of importance its evaluation. This research was organized in the form of two studies. Study 1: the adaptation of the Acceptable Noise Level (ANL) test to Brazilian Portuguese was performed. A continuous discourse in Portuguese (male speaker) was presented with a 12-speaker babble noise (in English), in calibrated free field. The noise intensity that the individual can accept while listening to the speech (ANL) was measured in 36 individuals with normal hearing (GTA) and 20 with mild sensorineural hearing loss (GDA). The ANL values for GTA and GDA were lower than those reported in the literature. No significant difference for ANL was found when comparing Portuguese and English speech stimulus, listener genre and groups. There was no correlation between the ANL and the participants' age or audiometric data. Study 2: we evaluated the speech perception in noise performance, as well as impressions regarding the use of the MoBALS application, when compared to hearing aids and an FM system. It was also analyzed whether the ANL was related to the benefit obtained with such devices in a speech in noise test, as well as hearing aid use and benefit in daily life. A total of 40 individuals (adults and elderly) took part of this study, being 20 with normal hearing (Control - CG) and 20 with mild sensorineural loss (Experimental - EG). Accepted noise levels (ANL), auditory effort assessment (three questions from the SSQ scale) and speech perception in noise (HINT-Brazil) in the unaided, MoBALS-only, FM-only and HA-only (the later just for the EG) were measured. For the EG, the International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA) was administered and the number of daily hours of HA use was measured (GE only).

Mean IOI scores were high (around 4 points) suggesting benefit and satisfaction with HAI in daily life. Mean self-reported HA use (6.8 hs) was significantly higher than that observed in the devices' datalogging (4.3 hs). The EG reported significantly greater auditory effort than the GC. In the HINT-Brazil test, for intra-group comparison, the signal-to-noise ratio (S/N) obtained with MoBALS was significantly higher (CG) or similar (EG) than that obtained with the FM. Both FM and MoBALS provided lower S/R ratios (better performance) than the unaided (CG and EG) and HA-only conditions (EG). There was no difference in the S/R ratio between the unaided and HA-only conditions (EG). In between-groups comparison, no difference was found for speech in noise benefit obtained with MoBALS. Weak and non-significant correlations were observed between ANL and the other variables - except for the EG, where weak significant correlation between ANL and S/N ratio with FM was observed. Most participants considered the MoBALS easy to handle, positively evaluated their sound quality and would use it in daily life. This research concluded: (a) the ANL version in Brazilian Portuguese produced results equivalent to the original English test; (b) individuals with mild hearing loss face more day-to-day auditory effort than individuals with normal hearing; (c) HA provides benefit in daily life for individuals with mild loss, although such benefits are not reflected in the clinical assessment of speech perception in noise; (d) the ANL did not influence the results of speech perception, use or benefit in daily life obtained with the evaluated devices and (e) MoBALS can be considered as an alternative for auditory rehabilitation for individuals with mild hearing loss.

Keywords: Telemedicine. Hearing. Hearing aids. Low cost technology. Biomedical technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1 - Média e desvio padrão dos limiares audiométricos do grupo com audição típica (n=36) e grupo com deficiência auditiva (n=20)	71
Figura 2 - Comparação dos estímulos de fala (português e inglês) e ruído de 12 falantes	73
Figura 3 - Exemplo de funcionamento do aplicativo MoBALS.....	84
Figura 4 - Média e desvio padrão dos domínios do inventário internacional de resultados (IOI-HA) para o grupo experimental (n=20)	93
Figura 5 - Resultados do teste de percepção de fala (HINT), para os grupos controle e experimental, com e sem os dispositivos testados.....	95

- QUADROS

Quadro 1 - Técnicas para prever ou indicar o esforço auditivo	27
Quadro 2 - Síntese dos procedimentos utilizados nos estudos incluídos na revisão de literatura	32-40
Quadro 3 - Classificação das indicações de AASI para adultos	53
Quadro 4 - Orientação impressa entregue ao paciente antes da realização do teste	74
Quadro 5 - Vantagens e desvantagens do uso do MoBALS, relatadas pelos pacientes.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação do nível mais confortável (MCL), nível do ruído de fundo (BNL) e nível de ruído aceitável (ANL) para os estímulos em inglês e português e entre gêneros para o estímulo em português, no grupo com audição típica (n=36).....	76
Tabela 2 - Comparação do teste do nível de ruído aceitável, em português, entre os grupos com audição típica (GAT) e com deficiência auditiva (GDA)	76
Tabela 3 - Dados demográficos e audiométricos dos participantes (n=40)	83
Tabela 4 - Autoavaliação do esforço auditivo	94
Tabela 5 - Resultados dos grupos controle e experimental para MCL, BNL e ANL.....	94
Tabela 6 - Comparação do benefício na percepção da fala no ruído obtido com o MoBALS e com Sistema FM no teste HINT	96
Tabela 7 - Correlação (Pearson) entre nível de ruído aceitável (ANL), percepção da fala no ruído (HINT), benefício e satisfação em vida diária (IOI-HA) e média de horas diárias de uso	98

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	PERDA AUDITIVA SENSORIONEURAL DE GRAU LEVE E PERCEPÇÃO DA FALA EM ADULTOS E IDOSOS.....	23
2.2	ESFORÇO AUDITIVO.....	26
2.3	NÍVEL DE RUÍDO ACEITÁVEL.....	31
2.3.1	Influência dos transdutores	41
2.3.2	Influência do gênero, idade, sensibilidade auditiva e orelhas do ouvinte.....	41
2.3.3	Estímulos de fala e ruído	42
2.3.3.1	<i>Adaptação do ANL para outros idiomas</i>	<i>42</i>
2.3.3.2	<i>Inteligibilidade do sinal de fala.....</i>	<i>44</i>
2.3.3.3	<i>Nível de apresentação do estímulo de fala</i>	<i>45</i>
2.3.3.4	<i>Gênero do falante.....</i>	<i>45</i>
2.3.3.5	<i>Conteúdo do estímulo de fala.....</i>	<i>46</i>
2.3.3.6	<i>Tipo de ruído</i>	<i>46</i>
2.3.4	Fatores extrínsecos.....	47
2.3.5	Confiabilidade.....	47
2.3.6	ANL e o Aparelho de Amplificação Sonora Individual	49
2.4	INTERVENÇÃO COM INDIVÍDUOS COM PERDA AUDITIVA LEVE: EQUIPAMENTOS AUXILIARES DE AUDIÇÃO	52
2.4.1	Aparelho de Amplificação Sonora Individual em indivíduos com perda auditiva leve	52
2.4.2	Sistema de Frequência Modulada.....	56
2.4.3	Aplicativos para smartphones e outras tecnologias móveis na área da audilogia	59
3	PROPOSIÇÃO	63
4	DESENVOLVIMENTO	67
4.1	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	69
4.2	ESTUDO 1 - ADAPTAÇÃO DO TESTE NÍVEL DE RUÍDO ACEITÁVEL PARA O PORTUGUÊS BRASILEIRO	70

4.2.1	Metodologia	70
4.2.1.1	<i>Participantes</i>	70
4.2.1.2	<i>Procedimentos</i>	71
4.2.1.3	<i>Calibração do ambiente de teste</i>	72
4.2.1.4	<i>Aplicação do teste ANL</i>	74
4.2.1.5	<i>Forma de análise dos resultados</i>	75
4.2.2	Resultados	75
4.2.3	Discussão	77
4.3	ESTUDO 2 - AVALIAÇÃO DO APLICATIVO MoBALS COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA INDIVÍDUOS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA DE GRAU LEVE	82
4.3.1	Metodologia	82
4.3.1.1	<i>Participantes</i>	82
4.3.1.2	<i>Tecnologias assistivas</i>	84
4.3.1.2.1	Mobile Based Assistive Listening System (MoBALS)	84
4.3.1.2.2	Sistema de Frequência Modulada	85
4.3.1.3	<i>Procedimentos</i>	86
4.3.1.3.1	Verificação do desempenho eletroacústico do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI)	86
4.3.1.3.2	Inventário internacional de resultados (IOI-HA).....	87
4.3.1.3.3	Nível de ruído aceitável - Acceptable Noise Level (ANL)	88
4.3.1.3.4	Avaliação do esforço auditivo	89
4.3.1.3.5	Avaliação da percepção da fala no ruído	90
4.3.1.3.6	Opinião quanto ao dispositivo	91
4.3.1.4	<i>Forma de análise dos resultados</i>	92
4.3.2	Resultados	93
4.3.2.1	<i>Horas diárias de uso do AASI</i>	93
4.3.2.2	<i>Inventário internacional de resultados (IOI-HA)</i>	93
4.3.2.3	<i>Esforço auditivo</i>	94
4.3.2.4	<i>Nível de ruído aceitável</i>	94
4.3.2.5	<i>Percepção da fala no ruído</i>	95
4.3.2.6	<i>Dados da entrevista</i>	96
4.3.2.7	<i>Correlação do ANL com medidas de resultados</i>	97

4.3.3	Discussão	98
4.3.3.1	<i>Horas diárias de uso do AASI</i>	98
4.3.3.2	<i>Inventário internacional de resultados (IOI-HA).....</i>	99
4.3.3.3	<i>Esforço auditivo.....</i>	100
4.3.3.4	<i>Nível de ruído aceitável</i>	100
4.3.3.5	<i>Percepção da fala no ruído</i>	102
4.3.3.6	<i>Considerações sobre o aplicativo MoBALS.....</i>	104
5	CONCLUSÕES	107
	REFERÊNCIAS.....	111
	APÊNDICES.....	123
	ANEXOS	129

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A deficiência auditiva de grau leve, onde a média dos limiares nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (média ISO) encontra-se entre 26 e 40 dBNA (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014) é a de maior incidência na população. Adultos e idosos com esta deficiência auditiva podem apresentar dificuldades comunicativas, principalmente para compreensão de fala na presença do ruído ou em situações onde há distância entre o falante e o ouvinte.

Dada estas dificuldades específicas, a literatura aponta que muitos indivíduos com perda leve não estão satisfeitos ou não fazem uso efetivo do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI). Deste modo, as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) privilegiam a adaptação do AASI no caso de perdas auditivas incapacitantes (média ISO superior a 40 dB na melhor orelha), sendo este também o critério adotado pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil.

Uma alternativa para melhorar a compreensão da fala em ambientes acústicos desfavoráveis é o uso do sistema de frequência modulada (FM), em razão de permitir ao usuário uma recepção sonora diretamente do falante, sem que haja perda de energia acústica pela distância, assim como interferência do ruído competitivo presente no ambiente. Esse sistema favorece a comunicação, aumentando a relação sinal ruído (S/R).

No Brasil, o sistema FM é fornecido pelo SUS para crianças com idade entre 5 e 17 anos, devidamente matriculadas no ensino fundamental ou médio, com deficiência auditiva e usuárias de AASI e/ou implante coclear (IC). Desta forma, para o restante da população o sistema FM pode ser adquirido em empresas particulares, o que se torna inviável em muitos casos, visto o alto custo.

Outra questão relevante é que, embora a literatura comprovando o benefício do FM seja vasta para a população de crianças e indivíduos com perdas de audição mais significativas, os dados são ainda incipientes para adultos e idosos com perda leve de audição.

Atualmente alguns aplicativos para uso em smartphones vêm sendo desenvolvidos e utilizados na área da deficiência auditiva, para realização de triagem

auditiva, orientação aos familiares e cuidadores de pessoas com deficiência auditiva e até mesmo reabilitação. Um exemplo é o Mobile Based Assistive Listening System (MoBALS), que é um aplicativo gratuito para smartphone com sistema operacional Android. Este aplicativo emula a funcionalidade de um sistema FM, utilizando o smartphone como sistema transmissor ou receptor.

Com a expansão do setor de telecomunicação, telefones celulares com tecnologias como smartphones, estão mais acessíveis, inclusive nos países em desenvolvimento. Por conseguinte, mais pessoas tem acesso à internet via celular smartphone, assim como uso de aplicativos, que em alguns casos não apresentam custo para aquisição e operação.

Dada às dificuldades comunicativas que podem ser enfrentadas por indivíduos com perda auditiva de grau leve, especialmente em situações onde há ruído competitivo, este aplicativo pode representar uma alternativa viável e de custo acessível para esta população, por esse motivo a importância de sua avaliação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PERDA AUDITIVA SENSORIONEURAL DE GRAU LEVE E PERCEPÇÃO DA FALA EM ADULTOS E IDOSOS

A perda auditiva está entre as dez condições de saúde mais importantes que afetam a população (DALTON et al., 2003). A severidade da perda auditiva pode ser classificada, a partir dos limiares tonais, em diferentes graus, variando de leve a profunda.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, em adultos e idosos, considera-se a presença de uma perda auditiva de grau leve quando a média dos limiares audiométricos nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (média ISO) se apresenta entre 26 e 40 dBNA (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). A prevalência da deficiência auditiva de grau leve depende de como ela é definida (TIMMER, 2014). Com base na definição da OMS, nos países da América Latina e Caribe, aproximadamente 14% da população apresenta perda de audição de grau leve (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012). No Brasil, estudos de base populacional realizados nas regiões sudeste e sul, respectivamente, apontaram que 10,3% (BARAKY et al., 2012) a 19,2% (BÉRIA et al., 2007) da população apresentam perda auditiva de grau leve.

Uma das definições do dicionário Houaiss de Língua Portuguesa (HOUAISS; VILLAR, 2001) para a palavra “leve” é “pouca gravidade, quase imperceptível, fácil de suportar”. Para Møller e Jespersen (2013) o termo “leve” pode implicar que este grau de perda auditiva é um evento insignificante, sugerindo pouca dificuldade ou restrição auditiva, resultando em baixa prioridade para a reabilitação.

Entretanto, alterações cocleares não estão diretamente relacionadas aos limiares auditivos. Por exemplo, Plack, Drga e Lopez-Poveda (2004) compararam a resposta da membrana basilar, a partir de medidas psicofísicas, em ouvintes normais e indivíduos com perda auditiva sensorioneural, com média dos limiares de audição nas frequências de 1, 2 e 4 kHz de 20 a 38 dBNA. Estes indivíduos com perda de audição já apresentaram déficit no sistema natural de compressão da cóclea, sendo que estas não estavam claramente relacionadas aos limiares auditivos absolutos.

A lesão coclear pode ter efeito em diferentes aspectos da função auditiva, incluindo a sensibilidade, resolução, capacidade de discriminação e susceptibilidade ao ruído. Os déficits da função, por sua vez, produzem déficits nas atividades, especialmente na percepção de fala e comunicação oral, sendo estas agravadas pela presença do ruído ambiental (BOOTHROYD, 2007).

Devido a existência de lesão coclear, indivíduos com perda auditiva leve podem apresentar dificuldades específicas quanto à percepção de fala. Dubno, Dirks e Morgan (1984) avaliaram o efeito da idade e da perda de audição no reconhecimento de sentenças e palavras espondáicas no ruído. Os participantes foram divididos quatro grupos, com 18 indivíduos cada, sendo dois grupos de indivíduos com audição normal (um com idade inferior a 44 anos e outro com idade superior a 65 anos) e dois com perda auditiva sensorineural de grau leve, com a mesma faixa etária anteriormente descrita e com bom reconhecimento de fala no silêncio. O nível da fala foi apresentado nas intensidades de 56, 72 e 88 dBNPS. Os indivíduos com perda auditiva apresentaram pior desempenho que os ouvintes normais tanto no silêncio como no ruído. A idade também influenciou o desempenho dos indivíduos na presença de ruído.

Em testes de fala sensibilizados, indivíduos com audição normal apresentaram 70% de reconhecimento de fala em velocidade rápida, ao passo que aqueles com perda de audição leve apresentaram 33% (CERVERA et al., 2007). Outro estudo demonstrou que adultos jovens e idosos com perda de audição em frequências altas apresentaram maior quantidade de erros de reconhecimento de fala na presença de ruído competitivo (10,8 a 14,6 erros) quando comparados aos ouvintes normais (6,55 a 8,55 erros) (CAPOLARI; SILVA, 2004).

Neijenhuis, Tschur e Snik (2004) avaliaram a influência da perda auditiva neurossensorial em testes de processamento auditivo no idioma holandês. Foram avaliados 24 indivíduos com perda auditiva de grau leve e configuração plana e 30 sujeitos com audição normal (grupo controle). Os resultados do grupo com perda de audição foram significativamente piores do que o grupo controle, nos testes em que a intensidade de apresentação do estímulo era fixa. Quando ajustado o nível de apresentação houve melhora significativa no desempenho do grupo com perda leve, entretanto, cerca de 25% dos indivíduos apresentaram resultados alterados.

Timmer (2014) realizou uma revisão da literatura e verificou que, para os indivíduos com perda leve, as medidas clínicas (por exemplo: audiometria tonal liminar ou testes de percepção da fala) são insuficientes para prever a necessidade de intervenção - desta forma deve ser valorizado o relato do indivíduo sobre as suas dificuldades comunicativas. Segundo Kaland e Salvatore (2002) a perda de audição é uma experiência individual e as suas consequências dependem de uma série de fatores (ex.: necessidades comunicativas, status de vida, personalidade, etc.) que vão além da classificação em decibel.

Em um estudo longitudinal com 2.688 indivíduos, com idades entre 53 a 97 anos (média 69 anos) verificou-se que 27,5% apresentaram perda de audição de grau leve, mensurada pela audiometria tonal limiar. Destes, 22% apresentaram restrição de participação, medido por meio da versão reduzida do Questionário de Handicap Auditivo para Idosos - Hearing Handicap Inventory for the Elderly - Screening (HHIE-S) e 59% relataram dificuldades de comunicação. Participantes com perda leve tiveram, aproximadamente, três vezes mais probabilidade de apresentar queixa de audição em relação ao grupo com audição normal (DALTON et al., 2003).

Heinrich, Henshaw e Fergunson (2015) avaliaram as relações entre sensibilidade auditiva, cognição e percepção de dificuldades auditivas em tarefas de reconhecimento de fala. Foram avaliados 44 indivíduos com perda de audição sensorioneural, bilateral, simétrica de grau leve (média dos limiares da melhor orelha nas frequências de 500 a 4000 Hz de 32,5 dBNA). Foi verificado que, com exceção do teste de discriminação de fonemas (situação de silêncio), o desempenho para os demais testes sensibilizados (dígitos triplos e sentenças no ruído) estavam significativamente correlacionados aos limiares auditivos - ou seja, quanto menor o limiar, melhor o desempenho no teste. Também foi observada que a cognição, sobretudo componentes atencionais, influenciou o desempenho de percepção da fala no ruído, notadamente para o teste de maior dificuldade (reconhecimento de sentenças). Além disto, a percepção das dificuldades auditivas, mensurada por meio de questionários específicos, estava correlacionada com os resultados de alguns testes de percepção da fala - isto mostra que as avaliações clínicas nem sempre podem prever as dificuldades auditivas vivenciadas pelo indivíduo.

2.2 ESFORÇO AUDITIVO

Ouvir e entender são duas habilidades distintas, sendo ouvir uma função passiva, e entender uma habilidade que requer atenção e intenção, envolvendo a recepção e interpretação da ideia da informação (GOSSELIN; GAGNÉ, 2010). A redução na inteligibilidade da fala, geralmente em situações de ruído e distância, gera como consequência a fadiga e esforço auditivo, podendo afetar aspectos sociais na vida da pessoa com perda auditiva leve (MØLLER; JESPERSEN, 2013).

O esforço auditivo se refere aos recursos cognitivos necessários para o entendimento da fala (HICKS; THARPE, 2002). A fim de englobar outros estímulos acústicos importantes para o ser humano, por exemplo, sons ambientais e música, esta definição foi ampliada como sendo “o esforço mental necessário para prestar atenção e compreender uma dada mensagem auditiva” (MCGARRIGLE et al., 2014).

Em situações de escuta mais difíceis, os ouvintes necessitam utilizar recursos cognitivos adicionais, o que aumenta o esforço auditivo (PICOU; GORDON; RICKETTS, 2016). Dentre estas situações, encontram-se: fonte sonora degradada, a presença de ruído ou reverberação no ambiente e características do ouvinte, como a existência de uma perda auditiva (DOWNS, 1982; MCGARRIGLE et al., 2014). A “fadiga mental” pode resultar do esforço auditivo, sendo isto frequentemente relatado por indivíduos com perda auditiva (MCGARRIGLE et al., 2014).

A literatura sugere que medidas do esforço auditivo devem ser realizadas na prática clínica audiológica, inclusive para avaliação do AASI (HUMES, 1999; GOSSELIN; GAGNÉ, 2010). O interesse em encontrar a forma apropriada de avaliar o esforço auditivo vem aumentando com os anos (BERNARDING et al., 2013). Pelo fato de ser difícil medir diretamente os “recursos cognitivos” de um indivíduo, diversas medidas indiretas vêm sendo utilizadas. Ainda não existe consenso a respeito da melhor técnica para predizer ou indicar o esforço auditivo (PICOU; GORDON; RICKETTS, 2016). Algumas destas estão descritas no Quadro 1.

MÉTODO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Autorrelato	Uso de questionários de autoavaliação, entrevistas, relato ou escala de pontuação referente ao esforço auditivo.	<p>SSQ – Avalia aspectos dinâmicos e estáticos relacionados à audição. As questões 14, 18 e 19 (qualidades) abordam o esforço auditivo (GATEHOUSE; NOBLE, 2004).</p> <p>Perguntas abertas “Qual a facilidade de ouvir, em uma escala de 0 a 100, considerando que 100 é a situação mais fácil?” (HUMES, 1999).</p> <p>NASA-TLX – Escala visual analógica, avalia a percepção do paciente em relação à demanda da tarefa e seu desempenho (HART; STEVELAND, 1988).</p>
Medidas comportamentais	Testes que tenham o como resultado respostas comportamentais a tarefas de escuta.	<p>Paradigma de tarefa simples – Avaliação composta por teste de fala em que o paciente pode responder apertando um botão ou repetindo o que foi compreendido, sem que haja outra tarefa. É avaliado o tempo de resposta durante a execução da tarefa ou repetição de palavras corretas em testes de fala contínua ou com presença de ruído (HOUBEN, VAN DOORN-BIERMAN; DRESCHER, 2013; MACPHERSON; AKEROYD, 2013).</p> <p>Paradigma de dupla tarefa – Avaliação composta por um teste de fala no ruído (tarefa primária), juntamente a outra tarefa como, por exemplo, memorização (tarefa secundária). O paciente é orientado que o reconhecimento da fala é a principal tarefa e qualquer outra é secundária (SARAMPALIS et al., 2009; GOSSELIN; GAGNÉ, 2011; BOLOGNA; CHATTERJEE; DUBNO, 2013; HORNSBY, 2013).</p>
Medidas fisiológicas	Utilizam mudanças naturais do organismo que ocorrem com as mudanças no esforço.	<p>Dilatação da pupila – Apresentação de um teste de percepção de fala, concomitante à medida do diâmetro da pupila. A pupila dilata, ao passo que aumenta o esforço auditivo (HOEKS; LEVELT, 1993; KRAMER et al., 1997; ZEKVELD; KRAMER; FESTEN, 2011).</p> <p>Mudanças no batimento cardíaco – Monitoramento da pulsação do sujeito, durante uma atividade, junto à tarefa de escuta (MACKERSIE; CONES, 2011).</p> <p>Temperatura da pele – Monitoramento da temperatura da mão, por meio de eletrodos (posicionado entre os dedos), durante atividade de escrita, junto à tarefa de escuta (MACKERSIE; CONES, 2011).</p> <p>Condutividade dérmica – Monitoramento da transpiração da palma da mão, por meio de eletrodos (posicionado no músculo tenar e hipotenar, durante atividade de escrita, junto à tarefa de escuta (MACKERSIE; CONES, 2011).</p> <p>Nível de Cortisol – A situação de estresse faz com que o hipotálamo aumente a produção de cortisol. Captado pela análise da saliva do sujeito (HICKS; THARPE, 2002).</p> <p>Eletromiografia – Calculada usando musculatura frontal da face (bilateral), durante execução de uma tarefa de escuta (MACKERSIE; CONES, 2011).</p> <p>Sincronização da Onda (N1) – Avaliação da onda N1 durante a execução de uma tarefa de escuta (BERNARDING et al., 2013).</p> <p>MEG – Análise do domínio tempo-frequência, durante a execução de um teste de escuta degradado (OBLESER et al., 2012).</p>

MEG= Magnetoencefalografia; SSQ= Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale; TLX= Task Load Index.

Quadro 1 - Técnicas para predizer ou indicar o esforço auditivo

Não existe uma técnica comprovadamente superior e presume-se que cada uma das medidas são indicadores válidos para o esforço auditivo (PICOU; GORDON; RICKETTS, 2016). As medidas fisiológicas requerem equipamentos específicos e treinamento, não sendo comum em clínicas audiológicas. Dessa forma, o procedimento clínico mais comum é a medida de inteligibilidade de fala, como o paradigma de dupla tarefa (HOUBEN; VAN DOORN-BIERMAN; DRESCHLER, 2013). Idosos podem apresentar melhores resultados em procedimentos que envolvam o paradigma de dupla tarefa, uma vez que eles são menos propensos a reclamar, suportando, por exemplo, um nível de intensidade maior do que adultos (GOSSELIN; GAGNÉ, 2010).

Nesta parte do capítulo será abordada a “Escala de Audição para a Fala, Audição Espacial e Qualidades Auditivas” (Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale - SSQ) com maior profundidade, pelo fato deste ser utilizado na metodologia do presente estudo. A escala SSQ (GATEHOUSE; NOBLE, 2004) é composta por 50 questões e tem como objetivo mensurar aspectos dinâmicos e estáticos da função auditiva. Esta escala é apresentada em três partes:

- “audição para a fala” (14 questões): cobre uma gama extensa, porém realista, do contexto fala-audição, como sons competitivos, visibilidade de outros falantes, número de pessoas envolvidas em uma conversação, diferenças nas condições de fundo (silêncio, ruído, reverberação e outras vozes);
- “audição espacial” (17 questões): aborda as questões como direcionalidade, distância entre falantes e movimentação de falantes, visto que o cenário da comunicação é dinâmico;
- “outras qualidades” (19 questões): aborda itens como discriminação sonora, reconhecimento, clareza e naturalidade para ouvir a fala, assim como o esforço auditivo.

Cada item questiona o ouvinte sobre uma situação típica da vida real (AKERROYD et al., 2014). A pontuação é realizada, pelo próprio paciente, em uma escala graduada que vai de zero (“de modo algum”) a 10 (“perfeitamente”). A pontuação 0 (zero) representa total incapacidade, ausência de uma qualidade ou, no caso do esforço auditivo, total necessidade de esforço. A pontuação 10 (dez) representa a total capacidade, presença de uma qualidade ou, no caso do esforço

auditivo, ausência da necessidade de esforço. Quanto maior a pontuação, maior capacidade do indivíduo - ou seja, menor dificuldade (GATEHOUSE; NOBLE, 2004). Segundo Gosselin e Gagné (2010), no SSQ original em língua inglesa, os itens que abordam especificamente o esforço auditivo são as questões do item “outras qualidades” - 14, 18 e 19.

Akeroyd et al. (2014) realizaram uma avaliação fatorial do SSQ, para determinar a sua estrutura. Foram analisados os dados de prontuários de 1220 indivíduos que responderam à escala nas seguintes condições: sem AASI (n=386), com AASI unilateral (n=627) e bilateral (n=207). Uma análise paralela demonstrou a existência de três fatores e, após rotação oblíqua, estes fatores se equipararam às três seções do SSQ: “compreensão de fala”, “percepção espacial” e “clareza, separação e identificação”. Houve ainda evidência de um quarto fator, o “esforço e concentração”, representada pelas perguntas 14 e 18 (“você tem que se concentrar muito quando está escutando alguém e alguma coisa?” e “você pode ignorar facilmente outros sons quando está tentando ouvir alguma coisa?”).

Banh, Singh e Pichora-Fuller (2012) investigaram como adultos (n=48) e idosos (n=48) responderam a escala SSQ. Os limiares audiométricos foram considerados normais quando menores que 25 dBNA até 3 kHz já que alguns participantes, mais idosos, tinham significativa perda de audição em altas frequências. Estabeleceram-se padrões de pontuação em ouvintes adultos e idosos que não seriam candidatos ao uso da amplificação. Os adultos tiveram pontuações significativamente mais altas do que os idosos em 42 de 46 itens. Em média, os adultos tiveram pontuação de $8,8 \pm 0,6$ e os idosos de $7,7 \pm 1,2$. Especificamente para as questões referentes ao esforço auditivo, a média da pontuação apresentada para adultos e idosos foram, respectivamente: $8,6 \pm 1,9$ e $7,3 \pm 2,5$ (“*Você precisa se concentrar muito quando ouve alguém ou alguma coisa?*”); $9,0 \pm 1,3$ e $7,6 \pm 2,7$ (“*Você precisa fazer muito esforço para ouvir o que está dito na conversa com os outros?*”) e $8,3 \pm 1,7$ e $7,2 \pm 2,6$ (“*Você pode facilmente ignorar outros sons quando tenta ouvir outra coisa?*”).

Zahorik e Rothpletz (2014) realizaram um estudo com objetivo de fornecer dados normativos para o SSQ, utilizando uma amostra maior de jovens com audição normal. Foram avaliados 176 mulheres e 57 homens, sendo 140 indivíduos na faixa etária de 20 anos de idade e a média dos limiares audiométricos inferior a 20 dBNA. Todos os participantes responderam as 49 questões. Especificamente para as

questões relativas ao esforço auditivo, os valores da mediana e percentis 25 e 75 foram, respectivamente: 7, 5, 9; (*“Você precisa se concentrar muito quando ouve alguém ou alguma coisa?”*); 8, 6, 9 (*“Você precisa fazer muito esforço para ouvir o que está dito na conversa com os outros?”*); e 8, 6, 9 (*“Você pode facilmente ignorar outros sons quando tenta ouvir outra coisa?”*).

O SSQ (GATEHOUSE; NOBLE, 2004) foi traduzido e adaptado culturalmente para o português brasileiro por Miranda-Gonzalez e Almeida (2015), sendo dividido, assim como o original, em três partes: “audição para fala” (14 questões - Parte 1), “audição espacial” (17 questões - Parte 2) e “qualidades da audição” (18 questões - Parte 3). Na primeira etapa da tradução da escala, os participantes (5 homens e 15 mulheres, com média de idade de 38 anos e 8 meses, normo-ouvintes, com média de escolaridade 10 anos e 6 meses) apresentaram dificuldade de compreensão em duas questões. Após a revisão das questões o instrumento foi aplicado em outros 20 indivíduos normo-ouvintes, sendo a compreensão de todas as questões acima de 91,6% - esta versão foi considerada como definitiva. Os 49 itens do SSQ em português, apresentaram elevada consistência interna (Alfa de Cronbach total=0,94). Nesta versão em português, as questões que abordam o esforço auditivo estão alocadas na parte 3 da escala, tendo sido obtidos os seguintes resultados médios: *“Você tem que se concentrar muito quando está escutando alguém ou alguma coisa?”* - $7,9 \pm 2,35$; *“Você tem que se esforçar muito para ouvir o que está dito em uma conversa?”* - $8,3 \pm 2,27$; e *“Você consegue ignorar facilmente outros sons ao tentar escutar alguma coisa?”* - $8,3 \pm 2,03$.

Ohlenforst et al. (2017) realizaram uma revisão sistemática, com objetivo de verificar se a deficiência auditiva afeta o esforço auditivo e se a amplificação do AASI pode afetar o esforço auditivo durante a compreensão de fala. Foram analisados 41 estudos que obedeciam aos critérios de seleção - de acordo com o método utilizado para medir o esforço auditivo os estudos foram classificados em subjetivos, comportamentais e fisiológicos. Foi observada grande variabilidade nos estudos e o nível de evidência foi baixo. O único efeito consistente entre os estudos foi de que o esforço auditivo, avaliado por meio de medidas eletroencefalográficas, foi maior para deficientes auditivos do que para normo-ouvintes. Os autores concluíram que são necessárias mais pesquisas para identificar os componentes do esforço auditivo, assim como medidas mais uniformes, para que possa ser feita comparação entre os estudos.

2.3 NÍVEL DE RUÍDO ACEITÁVEL

O uso do AASI em situações de ruído é um dos dez fatores relacionados à satisfação do usuário. Entretanto, é uma das áreas onde o nível de satisfação é menor (KOCHKIN, 2010). Sendo assim, é de interesse conhecer mais sobre o incômodo que o ruído de fundo pode causar em indivíduos com deficiência auditiva. Uma das maneiras de se investigar este fenômeno é pela mensuração do nível de ruído aceitável, do inglês “Acceptable Noise Level” (ANL).

Segundo Nabelek, Tucker e Letowski (1991), o ANL é o nível de ruído mais forte que um ouvinte está disposto a tolerar enquanto escuta uma fala contínua. Estes autores publicaram a primeira descrição do procedimento para determinar o ANL. O teste foi realizado com fone de ouvido supra-aural (TDH 50), na orelha de preferência do indivíduo. Os indivíduos escutaram um estímulo de fala (gravação em voz feminina), sendo solicitados a ajustar, em passos de 2,5 dB, o nível considerado mais confortável para a fala (Most Comfortable Level - MCL). Em seguida, um ruído de fundo (por exemplo, *12-talkers babble noise*) foi apresentado em um nível semelhante ao MCL e os indivíduos foram instruídos a ajustar a intensidade deste ruído de fundo, em passos de 2 dB, que poderiam tolerar ou aceitar sem ficarem tensos ou cansados enquanto escutavam a fala. Este nível foi registrado como o nível de ruído de fundo (Background Noise Level - BNL). A diferença entre o MCL e o BNL é o nível de ruído aceitável (ANL).

Um valor de ANL alto significa que o indivíduo aceita pouco nível de ruído comparado ao nível da fala, ou seja, a diferença entre o MCL e o BNL é grande. Um valor de ANL baixo significa que o indivíduo aceita maior nível de ruído - a diferença entre o MCL e o BNL é pequena (OLSEN; BRÄNNSTRÖM, 2014).

A seguir serão apresentadas algumas características e resultados obtidos com o teste ANL que são relevantes para o objetivo do presente estudo. O Quadro 2 apresenta a síntese dos procedimentos realizados nos estudos incluídos nesta revisão de literatura.

Ressalta-se que, no decorrer deste trabalho, optou-se pela utilização das abreviaturas em inglês, por serem estes termos já consagrados e empregados usualmente na área da Audiologia.

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL e características do estímulo de fala							
Franklin Jr et al. (2006)	Relação entre o ANL e o nível de apresentação de fala.	n=20 $\bar{x}$ idade: 21,8 anos (19 a 30 anos). Gênero: 10F; 10M. Status auditivo: normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse).	- 8 falantes.	Nível: MCL (escalonamento e 5 níveis fixos). Controle: participante.	
von Hapsburg e Bahng (2006)	Comparação do ANL em duas línguas: coreano x inglês.	n=30 (total) Status auditivo: normal. Três grupos: Monolíngue (inglês) $\bar{x}$ idade: 27,4 ± 3,5 anos (24 a 34 anos). Gênero: 6F; 4M. Bilíngue proficiente $\bar{x}$ idade: 29,8 ± 4,2 anos (25 a 34 anos). Gênero: 6F; 2M. Bilíngue menos proficiente $\bar{x}$ idade: 31,9 ± 3,5 anos (27 a 38 anos). Gênero: 8F; 4M.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse). Idioma: coreano. Falante: masculino (trecho de um livro infantil).	- 12 falantes (inglês). - 12 falantes (extraído do teste SPIN em coreano).	Nível: MCL (escalonamento). Controle: avaliador.	Autoavaliação da proficiência; Avaliação percepção da fala no ruído (teste R-SPIN).

continua

continuação

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL e características do estímulo de fala							
Gordon-Hickey e Moore (2008)	Investigação dos efeitos da inteligibilidade e ininteligibilidade do discurso no ANL.	n=30 Idade: 20 a 30 anos. Gênero: 30F. Status auditivo: audição normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Três condições: (1) Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse). (2) Idioma: inglês. Falante: masculino (gravação invertida do trecho de Arizona Travelogue Discourse). (3) Idioma: chinês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse).	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: avaliador.	
Chen et al. (2011)	Desenvolvimento e avaliação do ANL em mandarim.	n=31 Idade: 21 a 28 anos. Gênero: 15F; 16M. Status auditivo: normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: mandarim. Falante: masculino. (Texto com três níveis de complexidade: baixa, média e alta).	- 12 falantes (mandarim).	Nível: MCL (escalonamento). Controle: avaliador.	
Plyler et al. (2011)	Avaliação do conteúdo ou gênero do estímulo de fala no ANL.	n=43 $\bar{x}$ idade: 22 anos (20 a 31 anos). Gênero: 17F; 26M. Status auditivo: normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falantes: masculino e feminino. (Arizona Travelogue Discourse e mensagem competitiva do teste SSI).	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	Escala tipo Likert - pontuação do interesse no estímulo de fala.

continua

continuação

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL e características do estímulo de fala							
Brännström et al. (2012)	Desenvolvimento e comparação de resultados de versões do ANL: dinamarquesa, sueca e não semântica.	n=80 (total) Status auditivo: normal. Dois grupos: Dinamarqueses $\bar{x}$ idade: 34 $\pm$ 10,2 anos (19 a 56 anos). Gênero: 24F; 16M. Suecos $\bar{x}$ idade: 27,9 $\pm$ 7,4 anos (19 a 49 anos). Gênero: 31F; 9M.	Fone HDA 200 Monoaural	Idioma: dinamarquês. Falante: feminino (faixa 12 do CD Dantele). Idioma: sueco. Falante: feminino (faixa 1 do "The price of water in Finist è re", CD 1). Fala ininteligível: ISTS.	- Ruído de fala de amplitude modulada. - 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	
Gordon-Hickey, Moore e Estis (2012)	Avaliação do efeito das diferentes condições de fala no ANL.	n=30 idade: 20 a 32 anos. Gênero: 15F; 15M. Status auditivo: normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Três condições de fala: - feminino (texto original); - masculino (texto original); - gravação original.	Onze diferentes condições de ruído: - 5 de 1 falante; - 3 de 4 falantes; - 3 de 12 falantes.	Nível: MCL (fixo 50 dB). Controle: avaliador.	
Olsen et al. (2012a)	Comparação do resultado do ANL dinamarquês e sinal de fala não semântica. Associação entre ANL e resultados com o AASI.	n=63 $\bar{x}$ idade: 69,3 $\pm$ 9,1 anos (39 a 87,4 anos). Gênero: 23F; 40M. Status auditivo: DANS leve a severa bilateral, descendente.	Fone Monoaural	Idioma: dinamarquês. Falante: feminino (Fala encadeada). Fala ininteligível: ISTS.	- Modulação de fala - 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	Questionário IOI-HA

continua

continuação

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL e características do estímulo de fala							
Ho et al. (2013)	Equivalência do ANL com diferentes estímulos de fala (inglês, mandarim e fala ininteligível).	n=60 (total) Status auditivo: audição normal. Norte-americanos $\bar{x}$ idade: 33,6 $\pm$ 11,8 anos (20 a 59 anos). Gênero: 19F; 11M. Taiwaneses $\bar{x}$ idade 36,9 $\pm$ 9,5 anos (de 24 a 57anos). Gênero: 15F; 15M.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse). Idioma: mandarim. Falante: masculino (leitura de um livro infantil chinês). Fala ininteligível: ISTS	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: avaliador.	Utilizaram duas formas de orientação da resposta no ANL, na tradução do termo “ <i>put up with</i> ”. Na fase 1 utilizou-se como “tolerável” e na fase 2 como “aceitável”.
Walravens et al. (2014)	Avaliação de uma versão Australiana do ANL.	n=290 (total) $\bar{x}$ idade: 74,7 $\pm$ 6,5 anos. Gênero: 155F; 135M. Status auditivo: perda de audição (166) audição normal (98) desconhecido (26)	Fone TDH 39 Diótico (binaural)	Idioma: inglês australiano. Falante: masculino (leitura de um capítulo de livro).	- 8 falantes: 4 homens e 4 mulheres (utilizado em rotina clínica /inglês australiano).	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	

continua

continuação

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL e características do estímulo de fala							
Shi, Azcona e Buten (2015)	Avaliação da influência das características do sinal de fala. e do ruído no ANL em ouvintes com diferentes línguas nativas.	n=55 (total) Status auditivo: audição normal. Monolíngue inglês n=15 x̄ idade: 26 ± 4,16 anos. Gênero: 10F; 5M. Bilíngue russo-inglês n=16 x̄ idade: 28,13 ± 5,45 anos. Gênero: 10F; 6M. Bilíngue espanhol-inglês n=24 x̄ idade: 26,71 ± 4,32 anos. Gênero: 16F; 8M.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês e espanhol. Falante: feminino (texto culturalmente neutro).	- 4 falantes (inglês-Auditec). - 12 falantes (inglês-Auditec). - 4 falantes (espanhol-Auditec). - 12 falantes (espanhol-Auditec).	Nível: MCL (escalonamento). Controle: avaliador.	
Koch et al. (2016)	Influência do estímulo no ANL Predição do ANL pelas características do sujeito.	n=57 x̄ idade: 60,7 ± 11anos (30 a 77 anos). Gênero: 34F; 23M. Status auditivo: audição normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: holandês. Falante: feminino (15 sentenças). Idioma: holandês. Falante: feminino e masculino (fala extraída de uma conversa - dois homens e duas mulheres). Fala ininteligível: ISTS.	- 8 falantes: 4 homens e 4 mulheres.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	SPIN Reading Spain (memória de trabalho). SSQ Escala de Autocontrole abreviada.

continua

continuação

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL x Características do ouvinte							
Rogers et al. (2003)	Influência do gênero do ouvinte no ANL.	n=50 Idade: 19 a 25 anos. Gênero: 25F; 25M. Status auditivo: normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: feminino.	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	
Confiabilidade ANL							
Freyaldenhoven et al. (2006b)	Confiabilidade do ANL com dois tipos de ruído competitivo. Relação entre o ANL e a preferência pelo ruído de fundo.	n=30 x̄ idade: 23 ± 1,48 anos (20 a 25 anos). Gênero: 15F; 15M. Status auditivo: normal.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: feminino (Auditec).	- 12 falantes. - Espectro de fala.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	Questionário “Autorrelato preferência pelo ruído de fundo”.
Olsen et al. (2012b)	Avaliação da repetibilidade do ANL em sujeitos com audição normal, utilizando dois tipos de materiais de fala e dois tipos de ruídos competitivos.	n=39 x̄ idade: 33,4 ± 9,7anos (19 a 54 anos). Gênero: 24F; 15M. Status auditivo: audição normal.	Fone Monoaural	Idioma: dinamarquês. Falante: feminino (Fala encadeada). Fala ininteligível: ISTS.	- Modulação de fala. - 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	
Eddins et al. (2013)	Quantificação da repetibilidade da pontuação do ANL com e sem AASI.	n=36 x̄ idade: 67 ± 11,6 anos (27 a 86 anos). Gênero: 14F; 22M. Status auditivo: DANS simétrica leve a moderadamente severa.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse).	- 12 falantes.	Nível: MCL (fixo em 65dB). Controle: participante.	

continua

continuação

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL x Medidas de resultados com AASI							
Nabelek, Tucker, Letowski (1991)	Relação entre o uso do AASI e ANL.	n=75 (total) < 44 anos (n=15). Status auditivo: audição normal. > 65 anos (n=60). Status auditivo: audição boa para a idade (n=15). DANS leve a severa (n=45).	Fone TDH 50 Monoaural	Idioma: inglês. Falante: feminina (discurso contínuo - Auditec).	- 12 falantes. - Espectro de fala. - Tráfego. - Músicas tranquilas - Martelo pneumático.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	Handicap: HHIE.
Nabelek, Tampas e Burchfield (2004)	Confiabilidade do ANL e comparação com a percepção de fala no ruído (SPIN).	n=50 Status auditivo: DANS leve a severa bilateral, descendente. Dois grupos: usuários efetivos do AASI (1): $\bar{x}$ idade: 71 $\pm$ 11,2 anos. Gênero: 13F; 28M. Usuários às vezes (2): $\bar{x}$ idade: 69 $\pm$ 11,8 anos (32 a 94 anos). Gênero: 2F; 7M.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse).	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	teste SPIN

continua

continuação

ANL x Medidas de resultados com AASI							
Freyaldenhoven et al. (2006a)	Efeitos da amplificação mono e bilateral no ANL e compreensão de fala no ruído.	n=39 x̄ idade: 69 anos (30 a 89 anos). Status auditivo: DANS simétrica moderadamente severa.	Campo livre Fala a 0º azimuth e ruído a 180º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse).	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	Compreensão de fala no ruído: fala gravação masculina (palavras espondaicas - Auditec) e ruído de fundo. - 12 falantes.
Mueller, Weber e Hornsby, 2006	Efeito da redução digital do ruído do AASI no ANL.	n=22 Gênero: 8F; 14M. x̄ idade: 58,8 anos (23 a 76 anos). Status auditivo: DANS leve a moderada bilateral, descendente.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (sentenças do HINT).	- Ruído do teste HINT.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: avaliador.	HINT

continua

conclusão

Autor (ano)	Principal proposição	Participantes	Teste ANL				Outras medidas
			Transdutor e apresentação	Fala	Ruído	Nível de apresentação da fala e controle do estímulo	
ANL x Medidas de resultados com AASI							
Nabelek et al. (2006)	Predição do uso do AASI pelo ANL. Relação entre ANL e compreensão da fala no ruído.	n=191 Status auditivo: DANS leve a severa bilateral, descendente. Três grupos: usuários efetivos do AASI (1): $\bar{x}$ idade: 72 $\pm$ 10,3 anos (42 a 89 anos). Gênero: 19F; 50M. Usuários às vezes (2): $\bar{x}$ idade:71 $\pm$ 11,8 anos (32 a 94 anos). Gênero: 18F; 51M. Não usuários (3): $\bar{x}$ idade: 70 $\pm$ 11,4 anos (42 a 91 anos). Gênero: 13F; 40M.	Campo livre Fala e ruído a 0º azimuth.	Idioma: inglês. Falante: masculino (Arizona Travelogue Discourse).	- 12 falantes.	Nível: MCL (escalonamento). Controle: participante.	Questionário de avaliação de horas de uso do AASI desenvolvido pelo próprio autor. Teste SPIN.

*15 indivíduos apresentavam limiares maiores que 20 dB sobretudo em altas frequências.

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual; **ANL**= Acceptable Noise Level; **DANS**= Deficiência Auditiva Neurosensorial; **F**= feminino; **HHIE**= Hearing Handicap Inventory for the Elderly; **HINT**= Hearing in Noise Test; **IOI-HA**= International Outcome Inventory for Hearing Aids; **ISSMCI**= Teste Identificação de Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral; **ISTS**= International Speech Test Signal; **M**= masculino; **MCI**= Mensagem Competitiva Ipsilateral; **MCL**= Most Comfortable Level; **n**= número de sujeitos; **SPIN**= Speech Perception in Noise.

Quadro 2 - Síntese dos procedimentos utilizados nos estudos incluídos na revisão de literatura

2.3.1 Influência dos transdutores

O teste ANL pode ser realizado com fones, permitindo a avaliação de orelhas separadas, ou em campo livre (NABELEK, 2005). O uso do fone é mais fácil de replicar na clínica audiológica e não depende dos movimentos da cabeça do paciente (WALRAVENS et al., 2014). No caso de usuários de AASI, em adaptação bilateral, pode-se solicitar ao indivíduo que escolha a orelha de sua preferência (melhor orelha) quando for realizada a avaliação com fones (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991).

Em estudo realizado por Nabelek, Tucker e Letowski (1991) os resultados médios do ANL obtidos com fone, para indivíduos com audição normal e idosos com audição boa para a idade foram iguais a, respectivamente, $15,93 \pm 8,5$ dB e $11,73 \pm 7,57$ dB.

O teste em campo livre deve ser realizado em cabine acústica, devendo o audiômetro permanecer fora desta. O participante deve ficar posicionado a 1,5 m de distância da caixa acústica, a 0° azimuth. Importante para a realização em campo é a saída da caixa de som, pois deve ser calibrada de acordo com o posicionamento do sujeito no ambiente de teste, mantendo equivalência entre a fala e o ruído (NABELEK; TAMPAS; BURCHFIELD, 2004). O campo livre permite a realização do procedimento com e sem AASI (ROGERS et al., 2003; NABELEK; TAMPAS; BURCHFIELD, 2004; FREYALDENHOVEN et al., 2006a; EDDINS et al., 2013).

Em algumas pesquisas o ANL foi obtido, em campo livre, para adultos com audição normal, com ruído de fundo tipo *babble*, sendo verificados valores médios iguais a $10,9 \pm 7,1$ dB (ROGERS et al., 2003), $15,5 \pm 7,3$ dB (FRANKLIN JR et al., 2006) e $12,9 \pm 5,2$ dB (FREYALDENHOVEN et al., 2006b).

2.3.2 Influência do gênero, idade, sensibilidade auditiva e orelhas do ouvinte

Algumas pesquisas não encontraram diferença do ANL em relação ao gênero do ouvinte (ROGERS et al., 2003; FRANKLIN JR et al., 2006; NABELEK, et al., 2006; CHEN et al., 2011; BRÄNNSTRÖM et al., 2012; WALRAVENS et al., 2014). Para indivíduos com audição normal foi observado que os valores do MCL e BNL foram

significativamente maiores para homens (ROGERS et al., 2003). Por outro lado, Franklin Jr et al. (2006) não encontraram efeito do gênero do ouvinte no MCL.

No que se refere à idade, não foram observadas correlações do ANL com a idade dos participantes com ou sem perda audição (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991; NABELEK et al., 2006).

Nabelek et al. (2006) não verificaram relação entre a média dos limiares auditivos e o ANL, mensurado com ou sem o uso da amplificação. Por outro lado, Walravens et al. (2014) encontraram uma correlação positiva fraca, porém significativa, entre o ANL, e o grau da perda de audição.

No tocante à lateralidade, não houve diferenças sistemáticas do ANL entre a orelha direita e esquerda (OLSEN et al., 2012b).

2.3.3 Estímulos de fala e ruído

Os estudos iniciais com o teste ANL foram realizados com estímulo de fala na língua inglesa na presença de ruído de 12 falantes, também extraído da língua inglesa. Pelo fato do ANL supostamente refletir a disposição de um indivíduo de tolerar o ruído que compete com a fala, ao invés da inteligibilidade da fala, algumas investigações foram realizadas para verificar se o indivíduo testado deve ter algum conhecimento da fala ou do ruído utilizado no teste (SHI; AZCONA; BUTEN, 2015). O resumo de resultados de diferentes estudos está exposto a seguir.

2.3.3.1 Adaptação do ANL para outros idiomas

O ANL foi adaptado para outras línguas, como o coreano (VON HAPSBURG; BAHNG, 2006), mandarim (CHEN et al., 2011; HO et al., 2013), dinamarquês e sueco (BRÄNNSTRÖM et al., 2012) e espanhol (SHI; AZCONA; BUTEN, 2015). Uma versão para o inglês australiano também foi realizada (WALRAVENS et al., 2014).

Von Hapsburg e Bahng (2006) aplicaram o teste ANL em inglês e coreano, em indivíduos coreanos, normo-ouvintes, bilíngues com diferentes níveis de

proficiência em inglês. Não houve diferença dos valores médios do ANL em coreano e em inglês. Também não houve influência do nível de proficiência no desempenho dos indivíduos. Não foram observadas correlações entre o ANL e os resultados de percepção de fala no ruído (S/R + 6 dB).

Chen et al. (2011) desenvolveram o ANL em mandarim, aplicando-o em indivíduos com audição normal. Os resultados do ANL variaram de 1 a 21 dB, sendo próximos aos de outros estudos realizados na língua inglesa. O aumento dos valores do ANL (pior resultado) foi relacionado ao aumento do MCL.

Brännström et al. (2012) criaram versões do ANL em dinamarquês e em sueco, aplicando-os em ouvintes normais, com estas duas nacionalidades. Foram encontrados valores médios do ANL entre 5,6 e 16,6 dB, na dependência da condição ou população avaliada. Tais valores foram similares aos previamente reportados para sujeitos com audição normal quando usado o teste na versão norte-americana. Não houve diferença estatisticamente significativa entre suecos e dinamarqueses para a medida do MCL e BNL. Contudo, os valores médios do ANL foram maiores (piores) para os dinamarqueses. Estas diferenças foram atribuídas à composição do material de fala utilizado.

Ho et al. (2013) desenvolveram uma outra versão do ANL em mandarim comparando-a à versão em inglês, em ouvintes normais. Inicialmente, verificou-se que, independentemente do idioma do teste, a média do ANL foi muito menor para indivíduos taiwaneses do que para norte-americanos - esta diferença foi atribuída a questões de instrução do teste. Quando as questões instrucionais foram corrigidas, a diferença média entre o teste em inglês e mandarim foi menor do que 1 dB e os resultados estatísticos mostraram equivalência entre os testes.

Shi, Azcona e Buten (2015) elaboraram uma versão do ANL para o espanhol a qual foi comparada com o teste em inglês, em um grupo de ouvintes normais monolíngues falantes do inglês (grupo M) e dois grupos bilíngues espanhol-inglês (grupo S) e russo-inglês (grupo R). Considerando todos os grupos, o ANL obtido com estímulo em espanhol foi, em média, 0,5 dB maior do que o obtido na língua inglesa, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Porém, os autores comentaram que diferenças desta magnitude não são clinicamente relevantes já que as medidas do ANL são realizadas com incrementos de 2 ou 5 dB. Também observaram que a média do ANL para o grupo R foi significativamente maior (diferenças aproximadas

de 4 dB) do que para os demais grupos, independentemente do tipo de estímulo utilizado, sugerindo que esta medida é influenciada por características culturais e sociais.

Os resultados apontaram que em mandarim, dinamarquês, sueco e coreano, podem ser utilizados e comparados aos resultados ao teste original. Ao passo que o em inglês australiano, seu uso não foi viabilizado, tendo em vista que os resultados apresentaram-se diferentes (segundo o autor, o uso de um ruído de fundo diferente pode ter influenciado os resultados).

2.3.3.2 *Inteligibilidade do sinal de fala*

O uso de fala ininteligível foi também estudado, pensando-se, assim, em um teste com estímulo de fala internacional. Em algumas pesquisas, foi utilizado o *International Speech Test Signal* (ISTS), proposto por Holube et al. (2010). Brännström et al. (2012) verificaram que, quando usado o ISTS, o ANL médio foi 2 dB (dinamarqueses) e 0,8 dB (suecos) menores do que aquele obtido com estímulo de fala inteligível, na língua nativa do indivíduo testado. Desta forma, mencionaram que o ANL tem um componente linguístico e que a remoção da semântica pode melhorar o resultado do teste. Por outro lado, Ho et al. (2013) observaram diferenças pequenas entre o ANL obtido com o ISTS e com sinal na língua nativa de norte-americanos (0,83 dB) e taiwaneses (0,6 dB).

Gordon-Hickey e Moore (2008) avaliaram, em ouvintes normais, a influência a inteligibilidade do estímulo de fala nos resultados do ANL, comparando um sinal de fala inteligível, o mesmo sinal de fala, porém apresentado de forma reversa e um sinal não familiar (mandarim). Foi verificado não haver interferência da inteligibilidade nos valores do MCL. Para as medidas do BNL, houve diferença estatisticamente significativa entre a média dos resultados para a fala inteligível ($44,7 \pm 6,5$ dB) e reversa ($42,8 \pm 6,9$ dB). Já para o ANL, houve diferença significativa entre a fala inteligível ($7,1 \pm 5,2$ dB) e a fala reversa ($8,6 \pm 6,0$ dB) e ininteligível ($9,3 \pm 4,1$ dB). Os autores sugerem que os efeitos da inteligibilidade do estímulo no BNL, ou seu efeito combinado no BNL e MCL podem ter levado às mudanças no ANL.

Olsen et al. (2012a) investigaram desempenho de Dinamarqueses usuários de AASI, no teste ANL usando dois tipos de sinais de fala (dinamarquês e sinal de fala sem conteúdo semântico) com dois tipos de ruídos competitivos (modulação de fala e ruído de 12 falantes). Os resultados do ANL com estímulo dinamarquês e não semântico (11,6 a 14,1 dB) foram similares aos do ANL na língua inglesa americana. Entretanto o autor refere que o ANL não pode ser utilizado para predição do desempenho com o AASI.

Koch et al. (2016) apresentaram que o ANL medido com material de fala com semântica (sentenças e conversa) foi significativamente melhor ($p < 0,001$) do que o que foi realizado com material sem semântica (ISTS), ou seja, os participantes aceitaram menos ruído quando utilizado o material de fala inteligível.

2.3.3.3 *Nível de apresentação do estímulo de fala*

Frequentemente, a medida do ANL é realizada com o estímulo de fala sendo apresentado no nível mais confortável (MCL) para o ouvinte, obtido por meio de técnicas de escalonamento. Alguns estudos avaliaram o efeito do nível de apresentação do estímulo (MCL x nível fixo) no ANL.

Franklin Jr et al. (2006) verificaram um aumento de 0,25 dB no ANL a cada incremento de 1 dB no nível de apresentação do estímulo. Os autores concluíram que, ao contrário de ser um valor único, o ANL é um conjunto de valores que depende, dentre outros fatores, do nível de apresentação do estímulo de fala.

2.3.3.4 *Gênero do falante*

Com relação ao gênero do falante, Plyler et al. (2011) verificaram que o MCL foi 0,75 dB maior para estímulo com falante masculino do que feminino - embora estatisticamente significativo, esta diferença pode não ter relevância clínica.

2.3.3.5 Conteúdo do estímulo de fala

Plyler et al. (2011) compararam dois estímulos na língua inglesa, verificando que os valores do ANL não foram afetados pelo conteúdo do estímulo, ainda que um destes tenha sido julgado pelos ouvintes como sendo mais interessante do que outro.

Para o mandarim, também não foram observadas diferenças significativas da média do ANL para estímulos de fala com conteúdo de complexidade baixa ($7,6 \pm 5,0$ dB), média ($7,7 \pm 4,8$ dB) e alta ($7,4 \pm 4,9$ dB). O mesmo ocorreu para valores do MCL, que estiveram em torno de 40 dBNA. Clinicamente, isto implica que materiais de baixa complexidade podem ser selecionados para testar indivíduos com menor idade ou grau de instrução (CHEN et al., 2011).

2.3.3.6 Tipo de ruído

A relação entre a linguagem do ouvinte, o sinal de fala e o ruído é influenciada pelo quanto o sinal mascarador é familiar, ou inteligível, para o ouvinte e o quanto este mascarador é similar, em termos de propriedades acústicas e linguísticas, ao sinal de fala (SHI; AZCONA; BUTEN, 2015).

Ao avaliar o ANL de indivíduos com audição normal e deficiência auditiva, com cinco tipos de ruídos diferentes, Nabelek, Tucker e Letowski (1991) observaram que os valores do ANL, para os dois grupos, variaram conforme o tipo de ruído de fundo utilizado. A análise estatística mostrou uma interação entre grupo e ruído, indicando que a diferença do ANL entre os grupos, foi dependente do tipo de ruído utilizado. Particularmente, reações à música como ruído de fundo foram diferentes aos outros ruídos testados, indicando que a música foi percebida de maneira diferente de outros ruídos como fundo para fala. A música apresenta uma variabilidade muito grande em curto tempo do que os outros ruídos, atraindo a atenção do ouvinte, não sendo facilmente aceito como um ruído de fundo.

Freyaldenhoven et al. (2006b) também observaram haver diferença estatisticamente significativa nos resultados médios do ANL, para ouvintes normais,

quando utilizado como ruído de fundo o espectro de fala (15 ± 5 dB) e o ruído “12-talker babble” ($12,9 \pm 5,2$ dB). Contudo, os autores comentam que esta diferença de 2 dB pode não ser clinicamente significativa.

Em um estudo com o ANL nas versões em dinamarquês e sueco, Brännström et al. (2012) verificaram que, em média, o ANL obtido com o ruído “12-talker babble” foi cerca de 3,8 dB (dinamarquês) e 3,6 dB (sueco) maiores do que aquele obtido com ruído de espectro de fala modulado.

Shi, Azcona e Buten (2015) avaliaram o ANL em indivíduos monolíngues e bilíngues, utilizando estímulo espanhol e inglês apresentados com quatro tipos de ruídos: *babble* inglês e espanhol com 4 e 12 falantes. Os resultados indicaram que a similaridade e familiaridade entre o estímulo de fala e o ruído não foi crítica para a obtenção do ANL. Houve uma interação entre a linguagem do ruído *babble* (inglês-espanhol) e o número de falantes do ruído (4 ou 12) apenas para indivíduos que eram bilíngues em russo-inglês. Para estes indivíduos o ANL obtidos com ruído de 12 falantes em espanhol foi 1,5 dB maior do que o obtido com ruído 12 falantes em inglês.

2.3.4 Fatores extrínsecos

O ANL pode ser influenciado por fatores extrínsecos como a atitude do avaliador, as instruções fornecidas ou diferenças culturais na aceitação do ruído de fundo (BRÄNNSTRÖM et al., 2012).

O ANL sofre influência também de fatores extrínsecos, tais como a tradução da orientação e interpretação, porém esses fatores podem ser controlados (HO et al., 2013).

2.3.5 Confiabilidade

A consistência ou reprodutibilidade do desempenho dos indivíduos no teste ANL foi verificada em alguns estudos, sendo observados resultados diversos.

Em campo livre, para ouvintes normais, foi encontrada alta confiabilidade do ANL, tanto em uma única sessão (coeficientes de correlação intraclasse de 0,9-0,97) como para diferentes sessões realizadas em um intervalo de três semanas (correlação de 0,79-0,81) (FREYALDENHOVEN et al., 2006b).

Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) avaliaram a confiabilidade das respostas individuais, utilizando o teste de correlação de Pearson entre as três sessões realizadas, encontrando resultados bons e comparáveis. Verificou-se correlação forte tanto na condição com AASI ($r=0,858$) como sem AASI ($r=0,781$). Eddins et al. (2013) também quantificaram a reprodutibilidade do ANL em campo livre, sem e com AASI. Altos coeficientes de correlação interclasse (0,99) foram obtidos nas duas condições mensuradas. O desvio padrão intra-sujeito variou de 0 a 5,5 dB (sem AASI) e 0 a 9 dB (com AASI).

Para as medidas realizadas com fones, em ouvintes normais, Brännström et al. (2012) verificaram altos coeficientes de correlação intraclasse ($OD=0,954$; $OE=0,917$) nas diferentes sessões, indicando alta confiabilidade teste-reteste para o ANL. Por outro lado, Olsen et al. (2012b) verificaram que o coeficiente de repetibilidade (CR) que indica a concordância entre medidas, variou de 6 a 8,9 (mesma sessão, orelhas separadas) e 7,2 a 10,2 (sessões separadas por, no mínimo, 12 dias).

Walravens et al. (2014) verificaram uma correlação moderada ($r=0,73$) significativa entre duas medidas do ANL. Para metade dos indivíduos testados as diferenças teste-reteste foram de até 3 dB - contudo, para os outros 50% esta diferença chegou até 20 dB. O desvio padrão médio intra-participante foi de 2,2 dB, contudo, para 33% dos participantes os valores foram maiores do que o intervalo de confiança da média. A análise de regressão mostrou não ser possível identificar estes indivíduos por meio da idade, gênero e grau de perda de audição. Por esta razão, os autores consideraram a variabilidade teste-reteste do ANL como sendo questionável.

Koch et al. (2016) verificaram que não houve efeito significativo entre o tipo de material de fala utilizado e a repetibilidade do teste, sendo o CR de $\pm 6,65$ dB para o ISTS, $\pm 6,40$ dB para sentenças e $\pm 6,15$ dB para conversa.

2.3.6 ANL e o Aparelho de Amplificação Sonora Individual

A relação entre o ANL e o uso do Aparelho de Amplificação Sonora Individual foi avaliada em diferentes estudos. Nabelek, Tucker e Letowski (1991) compararam o ANL em grupos de indivíduos usuários de AASI de forma efetiva, em tempo parcial e não efetivas. Houve significativa interação entre grupos e ruídos. A média da pontuação do ANL para todos os ruídos avaliados, para os grupos 1, 2, 3, 4 e 5 foram, respectivamente, 15,92, 11,72, 7,47, 13,99 e 14,49 dB. Pacientes que usam AASI de forma efetiva aceitaram níveis significativamente maiores de ruído de música e espectro de fala do que os usuários em tempo parcial e os não usuários.

Nabelek, Tucker e Letowski (1991) avaliaram cinco grupos, sendo os resultados (média, desvio padrão, mínimo e máximo) do teste ANL: indivíduos com audição normal $15,93 \pm 8,5$ (5 a 37); idosos com audição “relativamente boa” $11,73 \pm 7,57$ (0 a 27); idosos usuários efetivos de AASI $7,40 \pm 5,10$ (2 a 17); idosos usuários de AASI em tempo parcial $12,67 \pm 7,01$ (4 a 27); e idosos usuários de AASI - não fazem uso $14,0 \pm 4,68$ (7 a 22).

Nabelek et al. (2006) avaliaram a relação entre o ANL e o uso do AASI em 191 indivíduos com perda de audição bilateral. O uso do AASI foi classificado em tempo integral, tempo parcial e não uso. O ANL foi determinado usando fala gravada, masculina (extraída do CD Arizona Travelogue, Cosmos, Inc.) e o ruído competitivo “12-talker speech babble”. O estímulo foi apresentado em uma caixa de som localizada a 0° azimuth, a 1,5 m de distância do indivíduo. A saída dos níveis de fala e ruído foi calibrada na posição que o indivíduo ocuparia durante o teste e foi verificada durante a pesquisa. Os ouvintes receberam as instruções de forma oral e por escrita de cada procedimento. Foi pesquisado o ANL duas vezes para cada condição (com AASI e sem AASI), sendo a média da pontuação utilizada. Foi verificado que indivíduos que utilizam o AASI em tempo integral apresentou médias do ANL significativamente melhores (7,7 dB) do que aqueles que utilizam parcialmente (13,5 dB) ou não utilizam o dispositivo (14,4 dB). A análise de regressão mostrou que indivíduos com baixo ANL, ou seja, que toleram mais o ruído de fundo, são mais propensos a utilizar o AASI. A medida do ANL pode prever com 85% de confiabilidade o sucesso no uso do AASI. O resultado do ANL não se alterou com o uso da amplificação, ou seja, após a estimulação auditiva.

Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) avaliaram idosos com perda moderada de audição, verificando os resultados do ANL, em que usuários de AASI efetivo obtiveram $7,5 \pm 2,7$ dB e usuários de AASI em tempo parcial $11,8 \pm 2,4$ dB.

Em seu estudo, Nabelek et al. (2006) classificam a predição do uso do AASI, de acordo com o resultado do ANL. Ele apresenta que quando a média é inferior a 7dB, o indivíduo apresenta grande possibilidade de sucesso no uso do AASI, média entre 7 e 13 dB sucesso duvidoso, e média acima de 13 dB grande possibilidade de insucesso com o uso do AASI.

Eddins et al. (2013) quantificaram a reprodutibilidade do ANL em campo livre, sem e com AASI. A média da pontuação do ANL apresentou-se significativamente menor sem AASI do que com AASI, sendo 6,6 dB e 10,3 dB, respectivamente. Dos 36 sujeitos, 55,55% apresentaram baixa pontuação (<7 dB) sem AASI (melhores resultados), ao passo que, com AASI, 36,11% apresentaram baixa pontuação. Os valores do ANL se diferenciaram amplamente entre os indivíduos nas situações com e sem AASI.

O fato de que o ANL estava relacionado ao uso efetivo do AASI trouxe interesse da comunidade científica para esta medida, e desde então, este procedimento vem sendo estudado em diferentes situações.

O ANL não se altera com o uso do AASI, mesmo após período de aclimatização. Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) compararam o ANL com o teste Speech in Noise Test (SPIN). Avaliaram 50 sujeitos usuários de AASI bilateralmente, portadores de perda de audição bilateral de grau leve a moderado, antes e após uso de 3 meses do AASI; os resultados do ANL e SPIN com e sem uso de AASI. Foi realizado um estudo em campo livre. Os resultados indicaram que pacientes que fazem uso efetivo ou ocasional do AASI, o ANL é comparável com a confiabilidade do teste SPIN, sendo que as duas medidas não mudaram com a aclimatização (após uso de 3 meses). A pontuação do SPIN melhora com o AASI (comparando o teste com e sem AASI), podendo ser usado para verificar o benefício do uso do AASI. Por outro lado, o ANL não se altera (com e sem AASI), sugerindo ser inerente ao indivíduo, podendo ser estabelecida antes da adaptação do AASI, como sendo um possível preditor do uso do AASI.

Várias aplicações têm despertado o interesse pelo estudo do ANL em usuários de AASI. Mueller, Weber e Hornsby (2006) estudaram se a ativação do redutor digital de ruído (DNR) pode melhorar o resultado do ANL com o AASI. Foram utilizados dois redutores simultaneamente. Um baseado na modulação e o outro um sistema de ação rápida (com a tecnologia de filtro de Wiener). O ANL com o DNR ligado apresentou valores significativamente menores do que sem AASI e com DNR desligado. Em relação ao HINT, o DNR não apresentou efeito negativo nem positivo. Não há correlação entre o HINT e o ANL. Os achados sugerem que o uso do DNR pode melhorar o ANL medido clinicamente, o que pode tornar mais fácil a compreensão de fala em situações de ruído.

Freyaldenhoven et al. (2006a) investigaram os efeitos do uso da amplificação uni ou bilateral na compreensão de fala no ruído e no nível de ruído aceitável. Avaliaram 39 pacientes, com idade entre 30 e 89 anos, com perda de audição de grau leve a severo bilateral, usuários de AASI em adaptação bilateral por pelo menos 3 meses. O teste foi realizado em cabine acústica. O estímulo auditivo foi apresentado em campo livre, sendo utilizada uma caixa para apresentação da fala (0° azimuth) e outra para apresentação do ruído “*Multitalker Babble*” (180° azimuth), ambas a 1,5 m de distância do participante. A medida do ANL foi obtida com o AASI utilizado apenas na orelha direita, apenas na orelha esquerda e em adaptação bilateral. Para o teste de percepção de fala, os resultados apontaram que o uso da amplificação bilateral foi estatisticamente mais favorável do que nas outras condições. Entretanto, para o ANL não houve diferença estatisticamente significativa entre as condições apresentadas. Ainda assim, alguns pacientes tiveram melhores resultados com apenas um AASI do que com dois, visto que seu ANL era elevado quando testado com AASI bilateralmente.

2.4 INTERVENÇÃO COM INDIVÍDUOS COM PERDA AUDITIVA LEVE: EQUIPAMENTOS AUXILIARES DE AUDIÇÃO

2.4.1 Aparelho de Amplificação Sonora Individual em indivíduos com perda auditiva leve

Indivíduos com perda auditiva de grau leve podem necessitar de intervenção sob a forma do AASI (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014).

No Brasil, o tratamento ambulatorial para as perdas auditivas, incluindo a concessão do AASI, foi incorporado ao Sistema Único de Saúde em 2001. A partir de então foram introduzidas mudanças e avanços nas políticas públicas para pessoas com deficiência auditiva, sendo a mais recente o lançamento do Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Viver sem Limite, em 2011, com a proposta de melhorar o acesso das pessoas com deficiência aos direitos básicos como educação, saúde, inclusão social e acessibilidade (BRASIL, 2011). Em 2012 foi instituída a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência no âmbito do SUS (BRASIL, 2012) e em 2013 houve a atualização do Instrutivo de Reabilitação Auditiva, Física, Intelectual e Visual (BRASIL, 2013a) publicando os critérios para indicação do AASI (Quadro 3).

Embora este instrutivo não aborde diretamente a questão da perda auditiva de grau leve, alguns indivíduos acometidos por esta perda poderiam ser enquadrados na “Classe II” (perda auditiva limitada às frequências acima de 3 kHz). É claro, entretanto, que a prioridade para a indicação do AASI é dada para adultos que possuem perda auditiva incapacitante, ou seja, indivíduos que apresentam, na melhor orelha, média dos limiares nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz piores do que 40 dBNA (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014).

Classe	Descrição	Critérios
I	Há consenso quanto à indicação do AASI e o consenso é resultado de estudos a partir de evidências científicas.	Sujeitos adultos com perda de audição bilateral permanente que apresentem, no melhor ouvido, média dos limiares tonais das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, acima de 40 dBNA.
II	Há controvérsia quanto à indicação do AASI, devendo ter a justificativa da necessidade.	Indivíduos com perda auditiva unilateral (que apresentem dificuldade de integração social e/ou profissional). Indivíduos com perda auditiva flutuante bilateral (desde que tenham monitoramento médico e audiológico sistemático). Adultos com perda de audição profunda bilateral pré-lingual, não-oralizados (desde que apresentem, no mínimo, detecção de fala com amplificação). Adultos com perda de audição e distúrbios neuropsicomotores graves, sem adaptação anterior de AASI e sem uso de comunicação oral. Indivíduos com alterações neurais ou retrococleares (após diagnóstico etiológico estabelecido). Perda auditiva limitada a frequências acima de 3000 Hz.
III	Há consenso quanto à falta de indicação ou contraindicação do AASI.	Intolerância à amplificação devido a desconforto acústico intenso, tendo sido esgotadas as possibilidades de ajustes da saída do AASI. Anacusia unilateral com audição normal no ouvido contralateral.

Fonte: BRASIL, 2013a.

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual; dBNA= decibel nível de audição.

Quadro 3 - Classificação das indicações de AASI para adultos

Em um estudo que utilizou metodologia Delphi para consenso entre especialistas, Sereda et al. (2015) verificaram que, nos casos de perda leve de audição, acompanhada ou não por zumbido, houve consenso de que a indicação do AASI deve ser baseada nas dificuldades auditivas, motivação para o uso do AASI e impacto da perda auditiva na qualidade de vida do indivíduo e não apenas em critérios audiométricos.

De fato, nem sempre os indivíduos com perda auditiva leve foram satisfeitos com os AASIs e fazem seu uso efetivo. Bertoli, Bodmer e Probst (2010) observaram que apenas 40,5% dos pacientes com perda leve de audição relataram utilizar seus AASIs diariamente e 37% o faziam por mais de oito horas diárias. Em contrapartida, 82,8% dos sujeitos com perda severa e 57,5% dos sujeitos com perda moderada utilizavam tais dispositivos todos os dias.

Scherer e Frisina (1998) estudaram o comportamento e dados audiológicos de 40 sujeitos entre 61 e 81 anos de idade, sendo um grupo composto por 20 pessoas com audição normal e o outro grupo por 20 pessoas com perda de audição em altas

frequências, de grau leve a moderado. Verificaram que essa população reportou menos satisfação em sua independência, redução do bem-estar e maiores limitações do que pessoas do grupo com audição normal. Embora tenham dificuldade de audição, os indivíduos com perda de leve de audição, optaram por não testar AASI nesse momento, alegando que não seria por motivo de constrangimento. Os autores levantaram que a vaidade parece não ser uma razão para o não uso, e sim que acreditam que o AASI não irá melhorar sua qualidade de vida. Pensaram na hipótese de que os sujeitos talvez tenham uma visão realista do real benefício que o AASI pode trazer para eles, ou eles não dão um alto valor na melhora da audição para melhorar a qualidade de vida. O grupo foi composto por pessoas fisicamente saudáveis e ativas, porém insatisfeitos com a sua independência. Os resultados sugerem que eles possuem outras prioridades, que não melhorar a audição. Assim, os autores concluíram que o grau leve de perda de audição pode influenciar o bem-estar do indivíduo, sendo importante rever a ênfase e a reabilitação dessa população.

O ruído ambiental é invariavelmente a situação mais desafiadora para o deficiente auditivo (THIBODEAU, 2014), por conseguinte, o primeiro passo para desistência do uso do AASI são as dificuldades de comunicação em ambientes ruidosos ou de difícil escuta (CIORBA et al., 2014).

Pacientes com perda de audição, usuários de AASI, podem compensar apenas uma parcela da perda da informação acústica ocasionada pela deficiência auditiva. Os usuários de AASI procuram uma maior clareza no som, principalmente em situações em que a comunicação é prejudicada pelo ruído do ambiente (CIORBA et al., 2014). Vários sistemas de redução de ruído têm sido desenvolvidos e incorporados aos AASIs, a fim de resolver esse problema. Porém, os melhores redutores não conseguem acompanhar os benefícios trazidos pelo microfone remoto (THIBODEAU, 2014).

Atualmente existem no mercado, vários microfones remotos que utilizam diferentes sistemas de transmissão sonora (RODEMEREK; GALSTER, 2015), sendo eles:

- o sistema de FM em que o áudio é transmitido, por ondas de rádio, do microfone remoto para receptor que está acoplado ao AASI, IC, ou ainda para um ou mais alto-falante;

- o *Bluetooth* utilizado como o transmissor de áudio diretamente para o *streamer*, que comumente pode ser usado ao redor do pescoço. Ao receber o sinal ele o traduz para um sinal sem fio particular, que por indução magnética envia ao AASI;
- o sistema de microfone remoto que transmite o áudio numa frequência de 2,4 GHz, usando um codificador próprio, diretamente para o receptor interno no AASI;
- transmissão do áudio numa frequência de 900 MHz diretamente a um receptor que está inserido no AASI, sem necessidade de um receptor acoplado.

Ciorba et al. (2014) avaliaram o benefício oferecido pela utilização de um microfone remoto juntamente ao AASI. Participaram nove adultos com idade entre 21 e 27 anos, com audição normal. Um AASI com ganho de 16 dB, microfone omnidirecional e sem sistema de redutor de ruído foi utilizado. A percepção da fala no ruído (ruído de festa e de tráfego) foi avaliada com o alto-falante em várias posições. A comunicação entre a caixa de som (fonte sonora) e o AASI ocorreu via tecnologia sem fio (*wireless*), com um microfone remoto conectado a um *streamer* específico para televisão/rádio “Unit TV Streamer”. As seguintes condições foram analisadas: (a) ambos AASIs (sem *wireless*) com microfone ligado; (b) ambos AASIs com *wireless* ativado e microfone desligado; (c) ambos AASI com *wireless* ativado e microfone ligado; (d) ambos AASI com *wireless* ativado e microfone ligado em apenas uma orelha. O melhor desempenho ocorreu para a situação 2, seguido pela situação 4 e o pior desempenho foi obtido na situação 1. Dessa forma, observou-se que o uso de microfone remoto pode auxiliar na percepção de conversas em ambientes ruidosos.

Rodemerck e Galster (2015) avaliaram o benefício do reconhecimento de fala com o uso de sistemas de microfone remoto: FM, Bluetooth, 900 MHz e 2,4 GHz. Participaram 16 adultos (idade entre 52 e 81 anos), com perda de audição bilateral sensorineural de grau leve a moderadamente severo, sendo dez usuários de AASI. Nenhum participante tinha experiência prévia com uso de microfone remoto. Foram avaliadas as condições: (a) sem AASI; (b) somente AASI (microfone omnidirecional); (c) apenas microfone remoto ativado; (d) microfones remoto e do AASI ativados. Foi utilizado o teste HINT, adaptado, sendo o ruído apresentado numa intensidade fixa de 55 dB (para simular um ruído de sala de aula) e o nível de fala foi se alterando de

acordo com a resposta do sujeito. Quanto ao posicionamento, os participantes ficaram a 1,8 m e 3,65 m de distância da caixa de som. Os participantes apresentaram significativa melhora no reconhecimento de fala no ruído com os quatro sistemas sem fio, quando comparado às condições 1 e 2. Em relação à distância da fonte sonora, não houve diferença entre os microfones remotos testados. Os autores concluíram que as diferenças encontradas entre cada tecnologia sem fio não impactam o desempenho do participante, sendo que houve melhora assim como em estudos anteriores sobre FM. A distância do falante não influenciou o desempenho na compreensão de fala.

Até o presente momento não foram encontrados estudos que avaliaram as tecnologias de microfone remoto especificamente para populações de adultos e idosos com perda auditiva leve. Entretanto, esses recursos vêm sendo indicados para tais indivíduos (BOOTHROYD, 2004).

Nesta parte do capítulo foi abordado mais especificamente o sistema FM, por ser o mais reconhecido das categorias de tecnologia assistiva (RODEMERK; GALSTER, 2015) e o utilizado neste estudo.

2.4.2 Sistema de Frequência Modulada

O Sistema FM tem como objetivo a eliminação do efeito negativo do ruído e da reverberação na percepção de fala, aumentando os níveis de entrada de fala, mesmo com distâncias entre o falante e ouvinte (BOOTHROYD, 2004).

Este sistema é composto por um transmissor, utilizado pelo falante, que envia o sinal através de ondas de frequência modulada para o receptor que fica com o ouvinte (THIBODEAU, 2014).

O transmissor possui um microfone que pode ser interno (estar acoplado ao circuito) ou externo (por exemplo, *headset*) (JACOB; QUEIROZ-ZATTONI, 2015).

No que se refere à transmissão de sinal sonoro via ondas FM, diferentes tipos de receptores do FM podem ser utilizados, gerando classificações para esse sistema:

- sistema em campo: sinal é transmitido para receptores conectados a um ou mais alto-falantes posicionados em locais adequados (JACOB; QUEIROZ-ZATTONI, 2015);
- sistema audiovisual FM: equipado com uma câmera e microfone *headset* (preso na cabeça, situado na frente e um pouco abaixo da boca do falante), sendo a imagem da boca do falante transmitida em uma pequena tela que fica na mesa do aluno, por exemplo (GAGNÉ, 2001);
- sistema pessoal: o sinal é transmitido para o receptor que está no nível da orelha do usuário (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2002) por meio de uma sapata conectada ao AASI (LEWIS et al., 2004; BAMFORD; HOSTLER; PONT, 2005; RODEMERK; GALSTER, 2015) ou por meio de um colar de indução magnética que envia o sinal para uma bobina telefônica do AASI (JACOB; QUEIROZ-ZATTONI, 2015; THIBODEAU, 2014). No caso de indivíduos sem alteração periférica da audição, fones de ouvido podem ser utilizados (JACOB; QUEIROZ-ZATTONI, 2015), ou, ainda, a inserção de um receptor diretamente na orelha (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2002), sem necessidade de uso de outros dispositivos de amplificação. Para crianças com perda de audição unilateral, pode-se utilizar esse receptor na melhor orelha (KUPPLER; LEWIS; EWANS, 2013) e no caso de perda mínima, receptor bilateral (PHONAK, 2015). Este último tipo é o que foi utilizado no presente estudo.

Lewis et al. (2004) realizaram um estudo em dois centros, avaliando o desempenho de percepção de fala no ruído de indivíduos com perda de audição sensorioneural simétrica de graus leve a severo, nas condições sem AASI, com AASI bilateral omnidirecional, com AASI bilateral direcional e com o uso do AASI acoplado a um ou dois receptores FM utilizados no modo “apenas FM”. O uso do AASI bilateral acoplado a dois receptores FM propiciou uma performance significativamente melhor para percepção de fala em comparação às outras condições.

Chisolm et al. (2007) afirmaram que adultos com perda de audição de moderada a severa se beneficiam com o uso do Sistema FM. Quanto aos pacientes com perda leve de audição, os autores afirmaram que também possam ter o mesmo benefício, entretanto, ainda são necessários estudos nessa população.

O sinal do transmissor é enviado ao receptor em uma intensidade específica determinada pelas configurações do potenciômetro ou mais recentemente por um sistema digital (tecnologia programável). Além das melhorias físicas o uso da tecnologia sem fio tem garantido melhoria importante na qualidade de transmissão do sinal através do FM, particularmente em ambientes muito ruidosos (THIBODEAU, 2014).

Um sistema de FM que muda o sinal de saída de acordo com o ruído do ambiente pode resultar em maiores benefícios do que um fixo. Essa tecnologia tornou-se disponível em 2007, em que foi lançado o primeiro sistema dinâmico para FM, a tecnologia Dynamic FM® da marca Phonak.

Segundo Wolfe et al. (2009), essa tecnologia permite uma variação adaptativa, de acordo com o nível de ruído no microfone no transmissor do FM. Quando a fala não é apresentada na entrada do microfone do FM, o receptor é cancelado, aperfeiçoando assim a qualidade sonora. Isso pode reduzir a audibilidade indesejada de ruídos, que podem ser estáticos. Demais disso, quando a fala é apresentada no microfone do FM e o ruído do ambiente é superior a 57 dBNPS, o padrão de ganho do sistema dinâmico é definida como +10, ao passo que em intensidades superiores a 57 dBNPS, o ganho do receptor aumenta proporcionalmente ao nível de entrada de ruído, até o valor de +24 (esse valor apresenta-se quando o ruído está aproximadamente a 75 dBNPS).

Thibodeau (2010) comparou o benefício do sistema FM adaptativo e do sistema FM fixo, avaliando a compreensão de fala no ruído em situações clínicas e diárias, de cinco adultos e cinco estudantes, com perda de audição moderada a severa bilateral, usuários de AASI. As avaliações com o sistema FM adaptativo apresentaram melhores resultados do que com o sistema FM fixo, sendo o sistema FM adaptativo o de maior preferência entre os indivíduos avaliados.

O sistema adaptativo é uma tecnologia indicado entre outros casos, para pessoas com perdas auditivas mínimas. Nessa tecnologia, o receptor dispensa o uso de sapatas e adaptadores. O som é transferido ao sujeito pelo transmissor diretamente pelo receptor nele acoplados. O tamanho do receptor e da oliva deve ser selecionado mediante necessidade de cada sujeito (PHONAK, 2015).

Mais recentemente, foi introduzido no mercado um novo sistema de transmissão digital, a tecnologia Digital Adaptativa. Esta tecnologia é capaz de trazer uma vantagem maior que 30 dB e uma banda larga mais ampla de 7,3 kHz, com longo alcance e pouco atraso. O benefício destes sistemas foi comparado aos fornecidos pelos sistemas FM fixo e adaptativo. Foram avaliados 11 indivíduos (idade entre 16 e 78 anos), com perda de audição moderada a severa, usuários de AASI retroauricular bilateral e 15 adultos (idade entre 18 e 30 anos) com audição normal. Os participantes com deficiência auditiva apresentaram desempenho significativamente melhor com a tecnologia Digital Adaptativa, quando comparado ao sistema FM fixo (intensidade de ruído superiores a 65 dB) e adaptativo (intensidade superior a 70 dB). A maioria dos usuários relatou preferir o uso da tecnologia Digital Adaptativa no dia a dia, apresentando ainda, desempenho em testes de fala melhor do que pessoas com audição normal (THIBODEAU, 2014).

No Brasil, o SUS realiza a concessão do sistema FM desde 2013, no entanto, a indicação abrange indivíduos com idades entre 5 e 17 anos, que sejam usuários de dispositivos eletrônicos como o AASI ou implante coclear e matriculados no ensino fundamental ou médio, dentre outros critérios (BRASIL, 2013b). Segundo Thibodeau (2014) todo usuário de AASI deveria ter acesso a um sistema de microfone remoto. Devido ao seu alto custo, a aquisição de dispositivos desta natureza no mercado privado torna-se proibitiva para a maioria da população brasileira, sendo necessária a busca por outras soluções.

2.4.3 Aplicativos para smartphones e outras tecnologias móveis na área da audiologia

Os avanços tecnológicos contribuíram para o crescimento do setor de telecomunicações e a expansão de novos serviços oferecidos pela internet, propiciando o desenvolvimento de ferramentas portáteis e de fácil acesso como, aquelas baseadas em dispositivos de telefonia celular - os smartphones. Estes e outros dispositivos móveis, quando utilizados com fins de fornecimento de serviços de saúde, enquadram-se no conceito da “saúde móvel” ou “m-saúde” (do inglês, *m-health*). Estes dispositivos se baseiam em uma tecnologia relativamente recente, que

permite associar outras funções àsquelas de telefone celular convencional, como o acesso seguro à internet, além da possibilidade de download de softwares (aplicativos) adicionais aos existentes no aparelho. Tais softwares podem ser executados mesmo quando a conexão à internet esteja indisponível (FURTADO; REGO; LOURAL, 2005; PHILLIPPI; WHYATT, 2011).

Recentemente, os smartphones têm sido utilizados como ferramentas para avaliação da audição (FOULAD; BUI; DJALILIAN, 2013; NA et al., 2014; SWANEPOEL et al., 2014) e alguns também como reabilitação de sujeitos com deficiência auditiva (COLEMAN, 2011). Segundo Coleman (2011), os aplicativos para pessoas com deficiência auditiva, desde aplicativos para avaliação auditiva até aparelhos auditivos, crescem diariamente, assim como o uso desses aplicativos pelos sujeitos.

Paglialonga, Tognola e Pincirollo (2015) identificaram e avaliaram os aplicativos criados para área da audição, apresentando uma visão geral sobre disponibilidade, acessibilidade e variedade de aplicativos. Foram pesquisados aplicativos disponíveis nas plataformas iOS, Android e Windows. Foram encontrados 203 aplicativos, dos quais 17% referentes à triagem e avaliação auditiva, 52% intervenção e reabilitação, 24% educação e informação, e 7% ferramentas assistivas. Neste último grupo inclui-se uma variedade de funções, como serviço de comunicação (amplificação da voz, retransmissão de vídeo), legendas e transcrição para chamadas de telefones, televisão e vídeos, suporte para língua de sinais (vídeos e dicionários para adultos e crianças), alertas e alarmes por vibração. Alguns aplicativos funcionam sozinhos, tais como dicionário e alertas, enquanto outros necessitam de conexão com outros dispositivos (por exemplo, uma televisão ou computador, para realização de legenda ou transcrição). Todos utilizaram sensores embutidos ou acessórios (transdutores como microfone, fones de ouvido, alerta de vibração), sem necessidade de equipamentos adicionais. Quanto ao custo dos aplicativos, 48,8% foram gratuitos. Dentre os pagos, a média de preço foi de U\$ 4,99, chegando até o valor de U\$ 219,99. Os aplicativos mais caros eram para uso profissional de avaliação auditiva e de ferramentas de reabilitação e treinamento auditivo.

Paglialonga, Tognola e Pincirollo (2015) relataram, de modo geral, que os aplicativos abrangem uma vasta gama de serviços para pessoas com deficiência auditiva ou dificuldades de comunicação, assim como profissionais, familiares e

cuidadores. Isso pode acarretar em vantagens, melhorando os resultados no campo da saúde da audição. Não podendo ser ignorados os riscos como segurança, qualidade, privacidade, eficácia e regulamento. Pesquisas no âmbito da avaliação e orientação, ainda são necessárias para tornar assim um meio seguro da manipulação de aplicativos pelos pacientes e profissionais.

Lopez, Costa e Ferrari (2016) desenvolveram o MoBALS Versão 1, um aplicativo gratuito para smartphone com sistema operacional Android (Versão 2.1 ou maior). Este aplicativo emula a funcionalidade de um sistema FM, utilizando o smartphone como sistema transmissor ou receptor. Um roteador Wi-Fi é utilizado para envio e recebimento do sinal. Dada às dificuldades comunicativas que podem ser enfrentadas por indivíduos com perda auditiva de grau leve, especialmente em situações onde há ruído competitivo, este aplicativo pode representar uma alternativa viável e de custo acessível para esta população, daí a importância de sua avaliação.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o benefício obtido na percepção da fala na presença de ruído e aceitação da utilização do aplicativo MoBALS para smartphone como tecnologia assistiva em adultos e idosos com deficiência auditiva.

O estudo teve como objetivos específicos:

- adaptar o teste do nível de ruído aceitável (ANL) para o português brasileiro;
- comparar o desempenho obtido na percepção da fala no ruído, assim como impressões quanto à utilização do aplicativo MoBALS, do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) e de um sistema de frequência modulada (FM) em indivíduos com perda auditiva leve;
- comparar o desempenho obtido na percepção da fala no ruído, assim como impressões quanto à utilização do aplicativo MoBALS e um sistema de frequência modulada (FM) em indivíduos com audição normal;
- verificar se os resultados do teste “nível de ruído aceitável” se relaciona ao benefício obtido, na percepção da fala no ruído, com o uso do AASI, do FM e do MoBALS em indivíduos com perda auditiva leve.

4 DESENVOLVIMENTO

4 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo engloba a metodologia, resultados e discussão, estando estruturado no formato de dois estudos. Esta formatação teve como objetivo possibilitar ao leitor uma melhor apreciação do estudo bem como facilitar o processo de divulgação científica.

Estudo 1: “Adaptação do teste nível de ruído aceitável para o português brasileiro”. Objetivo: adaptar o teste do nível de ruído aceitável para o português brasileiro.

Estudo 2: “Avaliação do aplicativo MoBALS como tecnologia assistiva para indivíduos com deficiência auditiva de grau leve”. Objetivo: avaliar o benefício obtido na percepção da fala na presença de ruído e aceitação da utilização do aplicativo MoBALS para smartphone como tecnologia assistiva em adultos e idosos com deficiência auditiva.

Ressalta-se que todas as informações exigidas nas Normas de Apresentação de Teses da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (FOB-USP), foram contempladas.

4.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este trabalho foi realizado na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) desta instituição (CAAE n. 49810415.7.0000.5417, parecer consubstanciado n. 1.526.612 em 03/05/2016) (Anexo A).

A Clínica de Fonoaudiologia da FOB-USP é credenciada junto ao Sistema Único de Saúde como serviço público de reabilitação auditiva. Como tal, dentre outras funções, esta clínica está habilitada para realizar a concessão de AASI e de sistemas FMs aos indivíduos que deles necessitam, segundo os critérios do Instrutivo de Reabilitação Auditiva, Física, Intelectual e Visual (BRASIL, 2013a) e Portaria 1274/GM/MS (BRASIL, 2013b).

4.2 ESTUDO 1 - ADAPTAÇÃO DO TESTE NÍVEL DE RUÍDO ACEITÁVEL PARA O PORTUGUÊS BRASILEIRO

4.2.1 Metodologia

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (parecer n. 1.526.612).

4.2.1.1 Participantes

Participaram voluntariamente da pesquisa, após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A e B), 56 indivíduos monolíngues, falantes nativos do português brasileiro, divididos em grupos:

- grupo com audição típica (GAT): 36 indivíduos (10 homens e 26 mulheres), com idades entre 24 e 79 anos (média = $53,14 \pm 16,77$). Estes indivíduos eram acompanhantes de pacientes ou funcionários da instituição e não apresentavam queixa de dificuldade auditiva ou zumbido. Todos os indivíduos eram falantes nativos do português brasileiro e apresentavam resultados de audiometria tonal liminar (Figura 1), logaudiometria e imitanciometria dentro da normalidade;
- grupo com deficiência auditiva (GDA): 20 indivíduos (4 mulheres e 16 homens), com idades entre 53 e 85 anos (média = $70,17 \pm 8,66$), que apresentavam deficiência auditiva neurosensorial, bilateral, simétrica, cuja média quadritonal dos limiares auditivos foi menor ou igual a 40 dBNA (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014) (Figura 1). A média dos valores da inclinação da curva audiométrica (*slope*) foi de $37,2 \pm 17,06$ dB. Esta inclinação foi calculada pela diferença entre a média dos limiares nas frequências altas (3,4 e 6 kHz bilateral) e a média das frequências baixas (250, 500 e 1000 Hz bilateral) (HORNSBY; JOHNSON; PICO, 2011). Todos os participantes do GDA eram pacientes matriculados na Clínica de Fonoaudiologia desta instituição e utilizavam AASI miniretroauricular com

tubo fino (n=11) ou receptor no canal (n=9), bilateralmente, por, pelo menos, três meses (média $9,2 \pm 7,5$ meses).

Nenhum dos participantes do estudo apresentava deficiências associadas, com exceção de deficiência visual passível de correção com lentes.

GAT= grupo com audição típica; **GDA**= grupo com deficiência auditiva; **OD**= orelha direita; **OE**= orelha esquerda.

Figura 1 - Média e desvio padrão dos limiares audiométricos do grupo com audição típica (n=36) e grupo com deficiência auditiva (n=20)

4.2.1.2 Procedimentos

- *Teste do nível de ruído aceitável (Acceptable Noise Level - ANL) na língua inglesa*

O teste ANL, na língua inglesa, está disponível comercialmente no formato de *compact disk* (Frye Electronics, Inc.). O estímulo de fala é constituído por um discurso gravado em voz masculina (extraído do CD Arizona Travelogue, Cosmos, Inc.) e o ruído competitivo de 12 falantes (*12-talker speech babble*), extraído do teste SPIN (KALIKOW; STEVENS; ELLIOTT, 1977).

Para o propósito deste estudo estes materiais foram convertidos do formato CDA (*compact disk audio*) para o formato MP3, por meio do software Sound Forge Pro 10.0 (Sony Creative Software Inc.). Esta conversão de formato foi realizada sem que fossem alteradas as demais características do sinal original.

- *Teste do nível de ruído aceitável (Acceptable Noise Level - ANL) na versão em português brasileiro*

O estímulo de fala foi constituído por um discurso contínuo. Para tal foi escolhido um trecho extraído do livro “Dom Casmurro”, de autoria do escritor brasileiro Machado de Assis (1899), já que esta obra encontra-se em domínio público (Anexo B). Ressalta-se que o resultado do teste ANL não sofre influência do nível de complexidade do estímulo de fala (VON HAPSBURG; BAHNG, 2006; CHEN et al., 2011).

Um locutor profissional, adulto, do sexo masculino, realizou a leitura do texto e a gravação foi feita em estúdio profissional (TV USP - Campus Bauru), com câmera Panasonic AG-HPX250P, microfone Shure SM58, receptor do microfone Sennheiser EW112-PG3, sendo editado com o programa Final Cut Pro 7.0.3, gravado em formato AIFF (*Audio Interchangeable File Format*), totalizando 2 minutos e 11 segundos. Esta gravação apresentou um total de 619 sílabas, sendo 283,5 por minuto ou 47 sílabas a cada 10 segundos. Este arquivo de áudio foi replicado, utilizando-se o software Sound Forge Pro 10.0 (Sony Creative Software Inc.), de forma a totalizar 6 minutos e 31 segundos. A título de comparação, o estímulo de fala utilizado no teste ANL (Arizona Travelodge, Cosmos Distributing Inc.) apresenta duração de 6 minutos e 44 segundos e a velocidade de fala é de, aproximadamente, 43 sílabas a cada dez segundos (OLSEN et al., 2012a).

O ruído de 12 falantes, na língua inglesa, extraído do CD do teste ANL (Frye Electronics) foi utilizado. Destaca-se que este tipo de ruído não é inteligível, deste modo, o fato de ter sido obtido com falantes da língua inglesa não influenciaria os resultados.

Os arquivos com material de fala e ruído foram gravados em dois canais diferentes, 1 e 2, para apresentação, no formato MP3.

4.2.1.3 Calibração do ambiente de teste

O teste foi realizado em uma cabina acústica (VSA 40S - Vibrasom), com dimensões internas 159 x 188 cm. Foram utilizados um audiômetro Midimate 622 (Madsen), um pré-amplificador para audiometria em campo livre modelo FF-70/2 e caixas acústicas (Venture FF70, com potência de 300W). Foram seguidas as especificações de Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) para a realização do

procedimento em campo livre. A calibração do ambiente foi realizada por um técnico em acústica, experiente neste tipo de procedimento, de acordo com a norma ANSI S3.6 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, 1996), em dBNA. Os níveis de saída da caixa acústica foram mensurados com um medidor de pressão sonora (G-4 Type 2270 - Brüel & Kjær) tendo como ponto de referência o local onde o centro da cabeça do participante seria posicionada - 1,5 metro de distância da caixa de som, a 0° azimuth. Este local de calibração foi demarcado com fita adesiva para evitar variabilidade de posicionamento entre participantes.

Inicialmente, foi realizada a calibração do material de fala na língua inglesa. O arquivo em MP3 foi transmitido pelo tablet Air 2 (Apple), conectado ao audiômetro via cabo P10. O controle de intensidade do tablet foi mantido abaixo do máximo, de forma a evitar a distorção na emissão. A distribuição da intensidade por frequência da fala em inglês foi obtida em formato de gráfico por meio do dispositivo G-4 Type 2270 (Brüel & Kjær). O estímulo em português foi também apresentado e, com o auxílio de um engenheiro de acústica, filtrado por meio do Software Sound Forge Pro 10.0 para que seu espectro se equiparasse ao sinal em língua inglesa (Figura 2). A calibração foi verificada periodicamente durante os testes.

dBNPS= decibel nível de pressão sonora.

Figura 2 - Comparação dos estímulos de fala (português e inglês) e ruído de 12 falantes

4.2.1.4 Aplicação do teste ANL

O ambiente e equipamentos utilizados para administração do teste foram os mesmos descritos no item “calibração”. Foram dadas instruções ao participante, oralmente e por escrito (NABELEK; TAMPAS; BURCHFIELD, 2004) (Quadro 4).

Condição	Instrução
Nível mais confortável para a fala.	Você vai ouvir uma estória neste alto-falante. Primeiro, vou aumentar o volume até você indicar, levantando a mão, que ele está muito alto para escutar. Depois, vou abaixar o volume até que você indique, levantando a mão, que está muito baixo para escutar. Ao final, vou aumentar o volume novamente para você escolher o volume que é mais confortável para escutar - pense que este é o volume que você gostaria de escutar o rádio, por exemplo.
Instruções para o estabelecimento do “nível de ruído de fundo”.	Você vai ouvir a mesma estória, mas agora junto com um barulho de várias pessoas falando ao mesmo tempo. Primeiro, vou aumentar o volume do barulho até você indicar, levantando a mão, que ele está muito alto para escutar. Depois, vou abaixar o volume do barulho, até que a estória fique bem clara (você irá indicar levantando a mão). No final, você vai escolher o máximo do volume do barulho que você consegue aceitar por um longo tempo, sem ficar tenso ou cansado, enquanto acompanha a estória (você irá indicar levantando a mão).

Quadro 4 - Orientação impressa entregue ao paciente antes da realização do teste

Todos os indivíduos foram orientados a não se movimentarem durante o teste. A execução do teste foi seguindo os seguintes passos:

- determinação do MCL: o estímulo de fala foi ajustado, inicialmente, em 30 dBNA. A intensidade foi elevada (de 5 em 5 dB) até que o participante indicasse que o sinal estava muito forte. Posteriormente, a intensidade foi reduzida, de 5 em 5 dB, até a indicação do participante de que a intensidade estava muito fraca. A intensidade foi então progressivamente aumentada, em incrementos de 5 e, para melhor ajuste, 2 dB, até o indivíduo indicar o nível mais confortável (MCL) para o participante ouvir a fala;
- determinação do BNL: a fala foi apresentada na intensidade do MCL, obtido previamente. O ruído foi introduzido simultaneamente ao sinal de fala, na mesma caixa acústica. O nível do ruído foi então progressivamente aumentado, de 5 em 5 dB, até que o indivíduo indicasse que os sinais de fala foram incompreensíveis. Posteriormente, o nível de ruído foi diminuído (decrementos de 5 e 2 dB) até que o participante indicasse que é o máximo

que ele conseguia aceitar enquanto escutava a fala, por um longo período de tempo, sem ficar cansado. Esse valor foi registrado como o BNL.

O nível de ruído aceitável (ANL) foi determinado como sendo a diferença, em dB, entre o MCL e o BNL (FRANKLIN JR et al., 2006).

Para 20 participantes do GAT o teste foi realizado com os estímulos de fala em português e inglês. Nestes casos, a aplicação ocorreu de maneira contrabalanceada, para dirimir a interferência da ordem de realização dos testes nos resultados. Para os demais 16 participantes apenas o estímulo em português foi apresentado.

4.2.1.5 Forma de análise dos resultados

Para comparação das variáveis MCL, BNL e ANL obtidas em português e inglês foi utilizado o teste t pareado. O teste t foi utilizado para comparar estas mesmas variáveis entre gênero e grupos com audição normal e deficiência auditiva. Para verificar a relação entre a idade, média (ISO) dos limiares auditivos e inclinação da curva audiométrica os resultados do ANL, utilizou-se a correlação de Pearson. Em todos os casos, o nível de significância adotado foi de 5%.

4.2.2 Resultados

A comparação dos resultados do ANL em inglês e português, realizada para 20 indivíduos do grupo GAT revelou diferença significativa apenas para o BNL. Não houve diferença entre os entre gêneros, quando considerados os 36 indivíduos que realizaram o teste ANL em português (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação do nível mais confortável (MCL), nível do ruído de fundo (BNL) e nível de ruído aceitável (ANL) para os estímulos em inglês e português e entre gêneros para o estímulo em português, no grupo com audição típica (n=36)

Estímulo em português vs. inglês					Estímulo em português			
Variável	Português (n=20)	Inglês (n=20)	Diferença	Teste t pareado	Masculino (n=10)	Feminino (n=26)	Diferença	Teste t
MCL (dBNA)								
Média ± DP	54,1 ± 5,9	52,8 ± 3,1	1,3	t=1,2131 p=0,2399	54,5 ± 3,6	53,5 ± 5,9	1,0	t=-0,498 p=0,622
Extensão	44 a 65	45 a 58			50 a 60	44 a 55		
BNL (dBNA)								
Média ± DP	53,9 ± 5,1	51,8 ± 5,0	2,1	t=2,1372 p=0,0457*	55,5 ± 5,5	51,7 ± 5,8	3,8	t=-1,786 p=0,083
Extensão	43 a 63	40 a 61			48 a 65	43 a 63		
ANL (dB)								
Média ± DP	0,1 ± 3,2	1,0 ± 3,6	-0,9	t=-0,8128 p=0,4263	-1,0 ± 2,9	1,73 ± 4,6	2,7	t=1,734 p=0,092
Extensão	-7 a 9	-6 a 5			-5 a 4	-7 a 11		

*p<0,05 estatisticamente significativa.

ANL= Acceptable Noise Level; **BNL**= Background Noise Level; **dB**= decibel; **dBNA**= decibel nível de audição; **DP**= desvio padrão; **MCL**= Most Comfortable Level; **n**= número de sujeitos.

Para o teste em português, o MCL para os indivíduos com perda de audição foi significativamente maior do que para os indivíduos com audição típica (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação do teste do nível de ruído aceitável, em português, entre os grupos com audição típica (GAT) e com deficiência auditiva (GDA)

Variável	GAT (n=36)	GDA (n=20)	Diferença	Teste t
MCL (dBNA)				
Média ± DP	53,8 ± 5,3	57,8 ± 4,12	4,0	t=-2,878 p=0,005*
Extensão	44 a 65	50 a 65		
BNL (dBNA)				
Média ± DP	52,8 ± 5,9	54,7 ± 5,70	1,9	t=-1,167 p=0,248
Extensão	43 a 65	42 a 65		
ANL (dB)				
Média ± DP	1,0 ± 4,4	3,1 ± 4,49	2,1	t=-1,732 p=0,088
Extensão	-7 a 11	-5 a 15		

*p<0,05 estatisticamente significativa.

ANL= Acceptable Noise Level; **BNL**= Background Noise Level; **dB**= decibel; **dBNA**= decibel nível de audição; **DP**= desvio padrão; **GAT**= grupo com audição típica; **GDA**= grupo com deficiência auditiva; **MCL**= Most Comfortable Level; **n**= número de sujeitos.

Para as correlações do ANL com dados demográficos e audiológicos, os dois grupos foram analisados em conjunto. A correlação entre a média dos limiares da melhor orelha e o ANL foi fraca e não significativa (r=0,2622; p=0,0687), assim como entre a idade e o ANL (r=0,2341; p=0,0548). Finalmente, para o GDA, correlação muito

fraca e não significativa foi obtida entre o ANL e inclinação curva audiométrica (*slope*) ($r=0,070$; $p=0,769$).

4.2.3 Discussão

Neste estudo, foi elaborada uma versão do teste “Nível de Ruído Aceitável” para o português brasileiro. Para indivíduos monolíngues, com audição típica, não houve diferença significativa entre os valores do nível mais confortável (MCL) obtidos com o estímulo em português e inglês (Tabela 1). Este achado corrobora o de outros estudos que também avaliaram esta população - não foram encontradas diferenças entre os valores do MCL obtidos para estímulo na língua inglesa, apresentado de forma inteligível ou reversa, e língua estrangeira (GORDON-HICKEY; MOORE, 2008) ou para o sueco e dinamarquês (BRÄNNSTRÖM et al., 2012). Chen et al. (2011) reproduziram o ANL em mandarim e não encontraram diferenças entre o MCL obtido neste idioma e aqueles apresentados em estudos na língua inglesa.

Os valores médios do MCL, obtidos tanto para o português como para o inglês (Tabela 1), foram semelhantes aos descritos por Gordon-Hickey e Moore (2008) de $51,9 \pm 7,8$ dBNA. Por outro lado, outros estudos do ANL na língua inglesa encontraram valores médios do MCL, para adultos jovens, de $39,2 \pm 8,1$ (ROGERS et al., 2003) e $42,7 \pm 6,6$ dBNA (FRANKLIN JR et al., 2006) sendo bastante inferiores ao do presente estudo. As razões para tais diferenças não foram encontradas.

Os valores médios do BNL foram 2,1 dB menores para o teste em língua inglesa, sendo esta diferença estatisticamente significativa (Tabela 1). Em outras palavras, os indivíduos aceitaram menos o ruído de fundo quando este foi apresentado junto à fala em inglês (não inteligível). Gordon-Hickey e Moore (2008) encontraram médias 1,3 dB (língua estrangeira) e 1,7 dB (fala reversa em inglês) menores para o BNL em relação ao obtido para o estímulo inglês inteligível. Koch et al. (2016) também verificaram menor aceitação do nível do ruído na presença de um estímulo sem significado (ISTS) quando comparado a estímulos com significado. Estes autores sugerem que um sinal de fala sem significado tem menor redundância, desta forma, os indivíduos desejariam ouvi-lo o tanto quanto possível - daí a aceitação de menores níveis de ruído de fundo.

No que se refere ao ANL, a média obtida com estímulo em português foi 0,9 dB menor do que a obtida com estímulo em inglês (Tabela 1) - ou seja, os participantes aceitaram maiores níveis de ruído de fundo quando da realização do teste em português. Esta diferença, entretanto, não foi estatisticamente significativa. Os dados do presente estudo corroboram algumas adaptações do ANL para outros idiomas, quando utilizado o ruído de 12 falantes. Foram reportadas diferenças entre o ANL obtido em língua estrangeira e língua inglesa de -0,7 dB para o mandarim (HO et al., 2013) e -0,9 dB para o coreano (VON HAPSBURG; BAHNG, 2006), este último considerando indivíduos com baixa proficiência na língua inglesa.

Por outro lado, Shi, Azcona e Buten (2015) observaram que o ANL para o estímulo em espanhol foi, em média, 0,5 dB maior (resultado pior) do que o obtido para o inglês, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Entretanto os autores relataram que diferenças desta magnitude não são clinicamente relevantes uma vez que as medidas do ANL são realizadas com incrementos de 2 ou 5 dB.

Com relação à comparação dos resultados entre o gênero do ouvinte (Tabela 1), foram encontrados maiores valores do MCL e BNL para os participantes do sexo masculino, porém esta diferença não foi significativa. Inicialmente, deve ser destacado que uma limitação do presente estudo é o número desigual de participantes - sendo maior para o sexo feminino. Rogers et al. (2003) também encontraram valores médios maiores, porém significativos do MCL (6 dB) e BNL (7dB) para os homens. Os autores justificaram tais resultados do MCL em função da maior sensibilidade auditiva das mulheres, dado o funcionamento da cóclea. Para o BNL, foi hipotetizado que as mulheres apresentam menor supressão lateral e maior distração em relação aos estímulos auditivos, aceitando assim, menos ruído.

Contudo, o gênero do ouvinte não influenciou valores do ANL para o português brasileiro (Tabela 1), sendo isto também observado para outros idiomas (ROGERS et al., 2003; CHEN et al., 2011; BRÄNNSTRÖM et al., 2012; WALRAVENS et al., 2014).

A média do MCL para o grupo com audição típica (GAT) foi 4 dB maior do que a obtida para o grupo com deficiência auditiva (GDA), sendo esta diferença estatisticamente significativa (Tabela 2). Para indivíduos com perda auditiva sensorioneural de grau leve a severo, valores médios de MCL de 52,7 a 59 dBNA (NABELEK et al., 2006) e 54,2 a 59,1 dBNA (NABELEK; TAMPAS; BURCHFIELD,

2004), semelhantes aos do presente estudo, foram observados. Em medidas do ANL realizadas com fone supra-aural, Nabelek, Tucker e Letowski (1991) verificaram que o MCL para indivíduos com perda auditiva sensorineural moderada foi, aproximadamente, 9 dB maior do que o obtido para indivíduos com audição normal. Walravens et al. (2014) também verificaram valores significativamente mais altos do MCL para indivíduos com deficiência auditiva - para a maioria destes a média quadritonal dos limiares na melhor orelha estava entre 26 a 40 dBNA.

Este resultado era esperado, uma vez que os indivíduos com perda de audição sensorineural apresentam alteração na função do crescimento da sensação de intensidade, necessitando de maior audibilidade para atingir uma percepção de loudness semelhante à de seus pares ouvintes (KILLION; FIKRET-PASA, 1993).

Embora não significativa, a média do BNL foi 1,9 dB maior para indivíduos com deficiência auditiva (Tabela 2). Walravens et al. (2014), em seu estudo com fala em inglês australiano e ruído de oito falantes, encontrou diferença estatisticamente significativa, sendo os valores para o grupo com perda de audição, maior do que para o grupo com audição normal ($t=7,9$; $p<0,0001$). A significância estatística pode ter ocorrido em função de Walravens et al. (2014) terem incluído em seu grupo indivíduos com graus de perda maiores do que os do presente estudo. Nabelek, Tucker e Letowski (1991) encontraram valores de BNL de 5 a 10 dB maiores para o grupo de idosos com perda de audição (perda moderada na orelha de preferência) em relação aos valores do grupo de idosos com audição normal, quando avaliado com fone.

A diferença de 2,1 dB encontrada para o ANL de deficientes auditivos e indivíduos ouvintes normais não foi significativa (Tabela 2) sugerindo que a sensibilidade auditiva não afeta o ANL. Outros estudos que compararam o ANL entre indivíduos com audição normal e indivíduos com deficiência auditiva apresentaram valores semelhantes, tanto quando considerada a aplicação com em campo (RECKER; EDWARDS, 2013) como com fones (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991; WALRAVENS et al., 2014).

Outro aspecto relevante no presente estudo foi que os valores médios do ANL tanto para o GAT como para o GDA (Tabela 2), foram bastante baixos. A literatura reporta, para indivíduos com audição normal, em campo livre, ANL médio de 2,84 dB (GORDON-HICKEY; MOORE; ESTIS, 2012), 6,5 dB (VON HAPSBURG; BAHNG,

2006), 7,1 dB (GORDON-HICKEY; MOORE, 2008), 7,9 dB (PLYLER et al., 2011), $10,9 \pm 7,1$ dB (ROGERS et al., 2003) e $12,9 \pm 5,2$ dB (FREYALDENHOVEN, 2006b).

Brännström et al. (2012) reportaram diferenças do ANL de, aproximadamente 6 dB, entre populações (suecos e dinamarqueses), porém, atribuíram estes resultados à diferença do número de sílabas entre os estímulos de fala utilizados no teste ANL. Considerando que não houve diferença estaticamente significativa do ANL entre o português e inglês (Tabela 1) os contrastes entre o presente estudo e a literatura não podem ser atribuídas às características do sinal de fala utilizado.

Ho et al. (2013) encontraram valores do ANL menores que 2 dB para indivíduos taiwaneses. Estes dados foram justificados pela influência de fator extrínseco, no caso, a tradução das orientações do teste ANL, já que os participantes foram solicitados a indicar o nível de ruído que conseguiam “tolerar” em lugar de, como indica o teste original, “aceitar”. No presente estudo, a tradução das instruções foi realizada de forma a manter o significado original e o termo “aceitar” foi utilizado (Quadro 4).

A capacidade de aceitação do ruído de fundo pode ser influenciada por fatores socioculturais como a compreensão da orientação (VON HAPSBURG; BAHNG, 2006; SHI; AZCONA; BUTEN, 2015). Brännström et al. (2012) e Walravens et al. (2014) também sugeriram que fatores culturais de uma determinada população podem contribuir para a obtenção de valores de ANL mais baixos. De fato, a variabilidade do ANL médio encontrado em diferentes pesquisas pode indicar a necessidade de um estudo normativo com maior amostra de indivíduos (GORDON-HICKEY; MOORE; ESTIS, 2012).

No tocante aos dados individuais do ANL, os resultados tanto para o GAT (-7 a 11 dB) como para o GDA (-5 a 15 dB) foram bastante amplos. A literatura existente ainda não explica a razão da variabilidade do ANL entre indivíduos. Considerando as mesmas condições de aplicação do presente estudo (campo livre, fala encadeada e ruído de 12 falantes), para audição normal, foi verificado valor de 4 a 24 dB (FREYALDENHOVEN et al., 2006b), de -1 dB a 19 dB (GORDON-HICKEY; MOORE, 2008), variabilidade de $-2,04 \pm 4,44$ dB para homens e $4,69 \pm 4,91$ para mulheres (GORDON-HICKEY; MOORE; ESTIS, 2012).

Quando a fala e ruído (12 falantes) foram apresentados, para indivíduos com audição normal, por meio de fones, variações ainda maiores dos dados individuais do ANL foram encontradas: -18 dB a 40 dB, na condição dicótica (HARKRIDER; SMITH, 2005); -1 dB a 37 dB, monótica (BRÄNNSTRÖM et al., 2012); e -10 a 6,7 dB, monótica (OLSEN et al., 2012b).

Dois sujeitos com perda de audição apresentaram valores negativos para o ANL, ou seja, esses dois indivíduos aceitaram um nível de ruído mais intenso do que o da fala. Os valores para indivíduos com perda de audição foram relatados pela literatura, quando aplicado com fone, de -4 a 32,7 dB, monoaural (OLSEN et al., 2012a), 3,33 a 19,33 dB (EDDINS et al., 2013), 2 a 17 dB, monoaural (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991). Para campo livre, valores de $7,5 \pm 2,7$ dB (NABELEK; TAMPAS; BRUCHFIELD, 2004) e 2 a 16 dB (NABELEK et al., 2006).

No presente estudo não foi observada influência da idade nos valores ANL, independentemente do status auditivo dos participantes. Os resultados corroboram com a literatura (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991; ROGERS et al., 2003; NABELEK et al., 2006; WALRAVENS et al., 2014).

Também neste estudo foi observada correlação fraca e não significativa, entre o grau da perda de audição e os valores do ANL. A literatura apresenta que não há correlação ($r=-0,148$, $p=0,164$) entre os limiares auditivos e o ANL quando o teste é aplicado em campo livre (NABELEK et al., 2006). Entretanto, para o teste com fones (dicótico), foi observada correlação fraca, porém significativa ($r=0,14$; $p=0,02$), indicando que o ANL aumenta, com o aumento dos limiares auditivos. Contudo, após exclusão dos sujeitos com perda de audição, com médias superiores a 45 dB, verificou-se que esta correlação deixou de existir (WALRAVENS et al., 2014). Olsen et al. (2012a), avaliando com fone (monoaural), observaram correlação fraca, porém significativa apenas entre os limiares e orelha direita ($r=0,253$; $p=0,05$), ao passo que para orelha esquerda não houve correlação.

Finalmente, não houve correlação entre o *slope* (inclinação) e o ANL, indicando que a configuração audiométrica não influencia esta medida.

4.3 ESTUDO 2 - AVALIAÇÃO DO APLICATIVO MoBALS COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA INDIVÍDUOS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA DE GRAU LEVE

4.3.1 Metodologia

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (parecer n. 1.526.612).

4.3.1.1 Participantes

Participaram do estudo como voluntários, após leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndices A e B), 40 indivíduos, divididos em dois grupos (Tabela 3). O grupo controle (GC) foi composto por 20 acompanhantes de pacientes (n=19) e funcionário da instituição. Estes indivíduos não possuíam queixa de dificuldade auditiva ou zumbido. Todos eram falantes nativos do português brasileiro e apresentavam audição típica, aferida por meio da audiometria tonal liminar, logaudiometria e medidas da imitância acústica.

Para a composição do grupo experimental (GE), inicialmente, foram convidados 35 indivíduos, porém, 15 foram excluídos em função de absenteísmo (n=3), desistência do tratamento (n=6), problemas pessoais ou de saúde (n=2), impossibilidade de agendamento (n=1), alteração na avaliação audiológica (n=1) e mudança na indicação do AASI (n=1). Deste modo, a composição final foi de 20 indivíduos regularmente matriculados na Clínica de Fonoaudiologia FOB-USP, portadores de deficiência auditiva sensorineural bilateral simétrica de grau leve. Na inexistência de uma definição audiométrica universalmente aceita para a perda auditiva de grau leve (TIMMER; HICKSON; LAUNER, 2015) foi adotado o critério proposto pela Organização Mundial de Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014) - média dos limiares audiométricos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz entre 20 a 40 dBNA. Para análise da configuração da perda de audição, foi utilizada a inclinação da curva audiométrica. Para tal, foi calculada a média dos limiares auditivos, bilateralmente, para as frequências de 250, 500 e 1000 Hz (frequências baixas) e para as frequências de 3, 4 e 6 kHz (frequências altas). Foi

então realizada a subtração das médias das frequências altas e frequências baixas (HORNSBY; JOHNSON; PICOU, 2011).

Para todos os participantes do GE, os AASIs foram concedidos pela Clínica de Fonoaudiologia, em adaptação bilateral, por um período de, pelo menos, três meses. Os AASIs eram digitais e apresentavam compressão de área dinâmica ampla de 4 (n=11) e 6 canais (n=9), microfone direcional e algoritmo digital para cancelamento da microfonia.

Tabela 3 - Dados demográficos e audiométricos dos participantes (n=40)

Variáveis		Controle (n=20)	Experimental (n=20)
Idade	Média ± DP (Extensão)	66,4 ± 6,4 (51 a 79)	69,0 ± 8,6 (53 a 85)
Gênero	Masculino n (%)	06 (30)	16 (80)
	Feminino n (%)	14 (70)	04 (20)
Socioeconômico	Baixa superior n (%)	-	11 (55)
	Média inferior n (%)	-	8 (40)
	Sem informação n (%)	-	1 (5)
Escolaridade	0 anos n (%)	0 (0)	1 (5)
	1 a 5 anos n (%)	2 (10)	11 (55)
	6 a 9 anos n (%)	2 (5)	0 (0)
	10 a 12 anos n (%)	3 (15)	1 (5)
	13 a 17 anos n (%)	13 (65)	7 (35)
Média ISO limiares audiométricos (dBNA)	Orelha direita Média ± DP (Extensão)	15,8 ± 4,4 (8,75 a 25)	34,7 ± 4,4 (25 a 40)
	Orelha esquerda Média ± DP (Extensão)	15,9 ± 5,0 (8,75 a 25)	34,3 ± 4,9 (20 a 41,25)
Inclinação do audiograma	Média ± DP (Extensão)	6,0 ± 7,4 (-6 a 18)	37,0 ± 17,0 (5 a 73)
Índice de reconhecimento da fala (%)	Orelha direita Monossílabo Média ± DP (Extensão)	97,0 ± 2,8 (92 a 100)	81,4 ± 9,4 (64 a 100)
	Orelha esquerda Monossílabo Média ± DP (Extensão)	97,0 ± 4,1 (88 a 100)	81,4 ± 9,4 (64 a 96)
AASI	Receptor no canal n (%)	-	9 (45)
	Receptor no dispositivo n (%)	-	11 (55)
Oclusão do conduto*	Não ocluído n (%)	-	18 (90)
	Parcialmente ocluído n (%)	-	02 (10)
Tempo de uso do AASI (meses)	Média ± DP (Extensão)	-	9,2 ± 7,55 (3 a 24)
Horas diárias de uso do AASI	Autorrelato Média ± DP (Extensão)	-	6,9 ± 3,8 (0 a 12)
	Datalogging Média ± DP (Extensão)	-	4,3 ± 3,3 (0 a 10)**

* A partir da comparação da resposta de ressonância da orelha externa obtidas com o conduto não ocluído (REUR) e ocluído pela oliva/receptor e AASI desligado (REOR).

** Para um participante não foi possível obter o registro do *datalogging* do AASI.

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual; **dBNA**= decibel nível de audição; **DP**= desvio padrão; **Média ISO**= média aritmética dos limiares audiométricos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz; **n**= número de sujeitos.

4.3.1.2 Tecnologias assistivas

4.3.1.2.1 Mobile Based Assistive Listening System (MoBALS)

O Mobile Based Assistive Listening System (MoBALS[®]) é um aplicativo para smartphone com sistema Android (versão 2.1 ou superior), disponível gratuitamente para download no Google Play, nos idiomas inglês, português e espanhol. Este aplicativo tem como objetivo emular o funcionamento de um equipamento auxiliar de audição, como o sistema de FM, tendo sido tecnicamente validado, mostrando sua viabilidade de uso (LOPEZ; COSTA; FERRARI, 2016).

Neste estudo, o aplicativo foi instalado em dois smartphones de custo acessível, modelo Galaxy S III Mini 8 GB (Samsung), processador Dual Core 1 GHz, sistema operacional Android versão 5.1.1., sendo um utilizado como transmissor (permanecendo próximo ao falante ou fonte sonora) e outro como receptor (utilizado pelo ouvinte). A informação de fala foi transmitida e recebida por meio dos protocolos User Datagram Protocol (UDP) e Internet Protocol (IP), em uma rede sem fio disponibilizada por um roteador Wi-Fi marca TP-LINK, modelo TL-WR841N (Figura 3).

Figura 3 - Exemplo de funcionamento do aplicativo MoBALS

O uso do protocolo *UDP* permite enviar ou receber pacotes de dados com uma eficiência computacional relativamente elevada em aplicações que requerem alto volume de dados em tempo real, como por exemplo, a representação digital do sinal da fala. O uso do protocolo *IP* permite, entre outras funções, a comunicação entre o transmissor e um ou mais receptores, por meio de endereços de IP classe D (ou *multicast*), permitindo que o falante transmitisse a informação para um ou mais ouvintes.

O uso de uma rede sem fio, fornecida por um roteador Wi-Fi, permite o funcionamento do sistema utilizando a funcionalidade do Wi-Fi do smartphone sem a necessidade de ter acesso à uma linha telefônica ou dados de internet para transmissão da fala, além de poder transmitir a informação para um ou mais smartphones conectados ao aplicativo.

No presente estudo foram fornecidos ao participante, para o teste clínico, dois smartphones Galaxy S III Mini (Samsung). O participante foi orientado e, posteriormente, solicitado a ligar os smartphones e, em cada um destes abrir o aplicativo e selecionar a função (transmissor ou receptor). O fone de ouvido do próprio smartphone possui um microfone embutido que foi utilizado com o transmissor, sendo sua sensibilidade fixada arbitrariamente em 50%. O participante posicionou o fone de ouvido do smartphone receptor em sua orelha (as olivas do fone foram trocadas para cada participante). O nível da saída sonora (variando 0 a 14) foi escolhido pelo próprio usuário, de acordo com o seu conforto acústico. Esta posição foi anotada pela pesquisadora.

Os valores médios da posição do volume para o grupo controle ($9,25 \pm 1,77$) foram significativamente menores do que para o grupo experimental ($10,45 \pm 1,79$) (teste t; $t=-2,129$; $p=0,040$).

4.3.1.2.2 Sistema de Frequência Modulada

Foi utilizado o sistema FM da Marca Phonak®, composto pelo receptor ISense Micro da Phonak® e transmissor Inspiro®, que é um receptor com tecnologia Dynamic FM®. Esta tecnologia é um sistema de operação em que o ganho do sistema FM varia mediante o nível de ruído do ambiente. Ao ultrapassar um valor pré-estabelecido de ruído do ambiente, o transmissor do FM envia um comando aos receptores, podendo haver um aumento de até +15 dB, garantindo assim, uma relação sinal/ruído positiva

até mesmo em ruído intenso. Quando houver redução no ruído do ambiente, o sistema de FM também irá reduzir esse ganho automaticamente (JACOB; QUEIROZ-ZATTONI, 2015).

Neste estudo, inicialmente os participantes foram orientados quanto ao uso e funcionamento do dispositivo (por exemplo: como ligar e desligar, verificar a conexão entre transmissor e receptor, inserção das baterias, etc.). A seguir, foram solicitados a inserir os receptores na orelha - sendo auxiliados pelo avaliador, quando necessário.

O microfone do sistema FM foi mantido no modo omnidirecional. O dispositivo foi ligado, sendo verificado se o sinal era transmitido aos dois receptores, e então ligado e testado com o sujeito se estava ouvindo pelos dois receptores.

4.3.1.3 Procedimentos

4.3.1.3.1 Verificação do desempenho eletroacústico do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI)

Para os participantes do grupo experimental, inicialmente foi realizada a inspeção das condições do AASI e sistema de acoplamento à orelha (tubo fino, receptor, oliva) a fim de verificar sua integridade. Em seguida, o desempenho eletroacústico do AASI, na orelha do usuário, foi avaliado por meio de medidas com microfone sonda, em uma sala acusticamente tratada, sendo utilizados os equipamentos Aurical Free Fit (GN Otometrics) ou Affinity 2.0 (Interacoustics).

Foi realizada a inspeção otológica do meato acústico externo (MAE) dos participantes para verificação de possíveis impedimentos para realização do procedimento, assim como das características anatômicas do MAE. Posteriormente, o participante foi posicionado no ambiente de teste, sentado a 50 cm de distância do alto-falante posicionado em 0° azimuth, sendo instruído a permanecer em silêncio e sem movimentar a cabeça.

A calibração do tubo sonda foi realizada de acordo com as especificações do manual destes equipamentos. O método do comprimento médio (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2001) foi utilizado para posicionamento

do tubo sonda no MAE dos participantes. O comprimento da ponta do tubo sonda até o anel marcador foi mantido em valores de 31 mm (homens) e 28 mm (mulheres). O tubo sonda foi inserido no MAE até que o anel marcador atingisse a região do antitragus, de forma a possibilitar que a ponta do tubo ficasse o mais próximo possível da membrana timpânica, preservando a fidelidade da captação de sinais de alta frequência (DIRKS; KINCAID, 1987). O tubo sonda permaneceu na mesma posição, durante todas as medições.

As medidas da resposta ressonância da orelha externa (REUR) e resposta de oclusão da orelha externa (REOR) foram obtidas com estímulo *pink noise*, apresentado em 65 dBNPS. Estas medidas foram comparadas para verificar a existência ou não de oclusão do MAE. Quando a REOR estava próxima à REUR, o microfone de referência do equipamento foi desligado (JESPERSEN; MØLLER, 2013).

A resposta de ressonância com uso da amplificação (REAR) foi obtida com o estímulo ISTS (HOLUBE et al., 2010), apresentado nas intensidades de 50, 65 e 80 dBNPS. Os valores da REAR foram comparados ao *target* prescrito pela regra NAL-NL1 (DILLON, 1999) para verificar a equiparação. Considerou-se como equiparação diferenças entre REAR e *target* de ± 3 dB em frequências adjacentes e de até 10 dB em frequências isoladas (DILLON, 2001).

Para a maioria dos participantes (n=16) foi verificada equiparação ao *target* nas inter-oitavas de 250 a 4000 Hz. Para os demais (n=4) a REAR estava abaixo do *target* - entretanto, não foi possível realizar o aumento da amplificação em função de queixas de conforto acústico.

4.3.1.3.2 Inventário internacional de resultados (IOI-HA)

O inventário internacional de resultados IOI-HA (International Outcome Inventory for Hearing Aids - COX; ALEXANDER, 2002) traduzido para o português por Bevilacqua e colaboradores (COX; STEPHENS; KRAMER, 2002), foi aplicado apenas para os participantes do grupo experimental. Este instrumento (Anexo C) possui sete domínios relativos ao resultado obtido com o Aparelho de Amplificação Sonora Individual: 1- uso; 2- benefício; 3- limitação de atividades residual; 4- satisfação; 5- restrição de participação residual; 6- impacto do uso do AASI em outras pessoas e

7- qualidade de vida. Para cada domínio, uma escala Likert de cinco pontos está disponível para respostas, sendo a primeira opção indicativa de pior desempenho (valor 1) e a última opção indicativa de melhor desempenho (valor 5) (COX; ALEXANDER; BEYER, 2003).

A avaliadora solicitou aos participantes a leitura de cada questão e indicação da resposta que julgasse mais adequada. No caso de indivíduos não alfabetizados a aplicação foi realizada no formato de entrevista.

A análise da pontuação é feita de forma individual para cada domínio e também pela somatória dos pontos em cada domínio, sendo que, quanto maior a pontuação, maior o benefício ou satisfação obtido com o uso do AASI (COX; ALEXANDER; BEYER, 2003).

4.3.1.3.3 Nível de ruído aceitável - Acceptable Noise Level (ANL)

Para esta avaliação foi utilizado o teste do nível de ruído aceitável adaptado para o português brasileiro, conforme descrito no Estudo 1. O material de fala consistiu de uma gravação em fala masculina, de um discurso contínuo de um trecho extraído do livro “Dom Casmurro” de autoria de Machado de Assis (1899). O ruído competitivo de 12 falantes (*babble*), na língua inglesa foi utilizado (Frye Electronics), o ruído de 12 falantes na língua inglesa.

A aplicação foi realizada em campo livre em uma cabina acústica, de acordo com a proposta de Nabelek, Tampas e Burchfield (2004). O participante foi posicionado a 1,5 m de distância da caixa acústica (Venture FF70, com potência de 300 W), em 0º azimute. Os estímulos do teste foram fornecidos por meio de um tablet Air 2 (Apple), conectado ao audiômetro (Midimate 622 - *Madsen*) via cabo P10. A fala e o ruído foram transmitidos, respectivamente, pelos canais um e dois do audiômetro.

A calibração dos níveis de saída da caixa acústica foi realizada, segundo as normas ANSI S3.6 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, 1996), em dBNA, com um medidor de pressão sonora (Marca Bruel & Kjaer, modelo G-4, Type 2270), tendo como ponto de referência o local onde a cabeça do participante seria posicionada paciente foi posicionado.

Para cada participante as orientações foram fornecidas no formato oral e escrito. A execução do teste foi seguindo os seguintes passos:

- determinação do nível mais confortável (MCL): a fala foi apresentada em uma intensidade inicial de 30 dBNA. Esta intensidade foi aumentada, em incrementos de 5 dB, até o participante indicar, levantando a mão, que o nível de fala estava muito forte. A partir disto, a foi reduzida, em decrementos de 5 dB, até a indicação, pelo participante, de que a fala estava muito fraca. Posteriormente, a intensidade foi progressivamente aumentada para, em incrementos de 5 ou 2 dB, até que o indivíduo indicasse o nível mais confortável para escutar, como se estivesse ouvindo um rádio. Este valor foi registrado como o MCL;
- determinação do nível do ruído de fundo (BNL): a fala foi apresentada na intensidade do MCL, obtido previamente. O ruído foi introduzido simultaneamente ao sinal de fala, sendo progressivamente aumentado, em incrementos de 5 dB, até que o indivíduo indicasse, levantando a mão, que os sinais de fala eram incompreensíveis. Posteriormente, o nível de ruído foi diminuído (decrementos de 5 e 2 dB) até que o participante indicasse que é o máximo que ele consegue aceitar por um longo tempo, sem se sentir tenso ou cansado enquanto acompanhava a estória. Esse valor foi registrado como o BNL;
- o nível de ruído aceitável (ANL) foi determinado a partir da subtração entre o valor do MCL e BNL (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991).

Esta avaliação foi realizada apenas na condição “sem AASI” para o grupo controle, e nas condições “sem AASI” e “com AASI”, para o grupo experimental. Neste último caso, a ordem de realização do procedimento foi contrabalanceada.

4.3.1.3.4 Avaliação do esforço auditivo

Esta avaliação foi realizada por meio da aplicação das três questões sobre esforço auditivo em situações do dia a dia, extraídas do domínio “qualidade” (GOSSELIN; GAGNÉ, 2010) da escala SSQ – Social, Spatial and Qualities of Hearing

Scale (GATEHOUSE; NOBLE, 2004), traduzido para o português brasileiro (MIRANDA-GONSALEZ; ALMEIDA, 2015, p. 224):

[...]

14. Você tem que se concentrar muito quando está escutando alguém ou alguma coisa?

15. Você tem que se esforçar muito para ouvir o que está dito em uma conversa?

[...]

18. Você consegue ignorar facilmente outros sons ao tentar escutar alguma coisa?

[...]

Para cada questão, foi solicitado ao indivíduo que indicasse, em uma escala visual, de 0 a 10, a frequência com que determinada situação ocorria - sendo “0” indicativo de “muita necessidade de concentração / muito esforço / dificuldade para ignorar” e “10” indicativo de “não precisa se concentrar / nenhum esforço / facilidade para ignorar” (Anexo D).

4.3.1.3.5 Avaliação da percepção da fala no ruído

Para o grupo controle esta avaliação foi realizada nas condições: sem nenhum dispositivo, com o dispositivo MoBALS e com o sistema FM. Para o experimental a condição “com AASI” também foi avaliada. Em todos os casos a ordem de realização do teste com cada dispositivo foi contrabalanceada.

O teste foi realizado, em sala acusticamente tratada, por meio do teste Hearing in Noise Test (HINT) adaptado para o português brasileiro – HINT Brasil (BEVILACQUA et al., 2008). Para aplicação do teste, foi utilizado o *hardware* HINT PRO (Bio-Logic Systems Corp House Ear Institute – Advancing Hearing Science) conectado a um computador, onde estava instalado o software do referido teste.

Duas caixas de som, posicionadas em 0º azimuth (fala) e 180º azimuth (ruído), foram utilizadas, estando ambas a um metro de distância do participante. A calibração do sistema foi realizada, posicionando um microfone de referência no local correspondente ao centro da cabeça do sujeito e a um metro de distância do alto-falante, por isso, para a avaliação em campo livre, o sujeito foi instruído a permanecer

na mesma posição, durante todo o teste, de modo a assegurar que a intensidade que estará atingindo a orelha dele foi a mesma indicada pelo software (CAMPOS, 2011).

O HINT é composto por 12 listas com 20 sentenças cada, totalizando 240 sentenças foneticamente balanceadas. Essas sentenças foram gravadas por um ator, falante nativo do português brasileiro, em voz masculina. O ruído competitivo utilizado foi produzido com o mesmo espectro de frequência das sentenças (BEVILACQUA et al., 2008). Para cada uma das condições avaliadas, foi apresentada uma lista de 20 sentenças, sendo esta, escolhida aleatoriamente, pelo próprio software HINT PRO.

Os participantes foram orientados a permanecerem sentados, sem se movimentar durante o teste. Foram solicitados a ouvir as frases e repeti-las, da forma como compreendesse, podendo, ainda, tentar “adivinhar”, visto que em alguns momentos seria muito difícil compreender.

O ruído competitivo, foi apresentado na intensidade de 65 dB(A), sendo este nível mantido fixo, durante todo o teste. A intensidade inicial das sentenças foi de 65 dB(A), sendo esta variada, de acordo com o acerto ou erro do participante. O avaliador considerou a sentença como correta quando todas as palavras foram repetidas corretamente, quando houve alteração ou omissão de artigo definido ou indefinido da sentença ou quando o sujeito adicionou outras palavras na sentença, mas sem comprometer seu sentido (BEVILACQUA et al., 2008).

A pontuação é expressa em dB S/R, como sendo o limiar da relação sinal-ruído, após a aplicação de uma lista de 20 sentenças. Desta forma, relações sinal/ruído menores indicam melhor desempenho do sujeito na condição avaliada (BEVILACQUA et al., 2008).

Nas avaliações com o MoBALS e com o sistema FM, o microfone transmissor de tais dispositivos foi posicionado em suporte, fixado a 15 cm de distância, em frente da caixa acústica com o sinal de fala.

4.3.1.3.6 Opinião quanto ao dispositivo

Durante toda a avaliação foi explicado aos participantes que a presente pesquisa tinha o objetivo de comparar o AASI e os demais dispositivos, não sendo

dada nenhuma ênfase com relação ao MoBALS. Inicialmente, os participantes foram solicitados a indicar a preferência por um dispositivo e os motivos desta. Posteriormente, em relação ao MoBALS, foram questionados os seguintes aspectos: facilidade de uso e manuseio; vantagens e desvantagens de uso do MoBALS no dia a dia; qualidade sonora do MoBALS em comparação aos demais dispositivos testados; uso do aplicativo em seu dia a dia; posse de um telefone celular ou smartphone e, em caso negativo, qual seria a facilidade de aquisição de um smartphone por um custo mínimo de aproximadamente R\$ 300,00.

O áudio dessas entrevistas foi gravado por meio de um aplicativo nativo de um smartphone (iPhone 6S - Apple). As gravações foram posteriormente transferidas para um computador e os dados foram analisados qualitativamente.

4.3.1.4 *Forma de análise dos resultados*

Os resultados do inventário IOI-HA e da entrevista com os participantes acerca dos dispositivos avaliados foram analisados descritivamente.

Foi utilizado o teste t pareado para comparar o número de horas diárias do uso do AASI entre o autorrelato do participante e o registrado do *datalogging* do dispositivo. Este teste também foi utilizado para comparação dos resultados do teste ANL, para o grupo experimental, realizado nas condições “sem AASI” e “com AASI”.

O teste t foi empregado para comparação entre os grupos experimental e controle, quanto à autoavaliação do esforço auditivo, e benefício de percepção de fala fornecido pelos dispositivos MoBALS e FM.

A análise de variância foi utilizada para comparar os resultados da percepção da fala no ruído, obtidas nas condições “sem dispositivo”, com o aplicativo MoBALS, com o sistema FM e com o AASI (esta última apenas para o GE).

Para analisar as possíveis relações entre os níveis de ruído aceitáveis (ANL) e a percepção da fala no ruído (HINT) nas condições testadas, assim como do resultado total do questionário IOI-HA e horas de uso do AASI foi utilizada a correlação de Pearson.

Em todos os casos em que a estatística indutiva foi aplicada, um alfa de 5% foi adotado.

4.3.2 Resultados

4.3.2.1 Horas diárias de uso do AASI

Quando questionados, os participantes do grupo experimental relataram utilizar o AASI de 1 até 12 horas diárias. Ressalta-se que um participante relatou não utilizar o dispositivo. No total, a média do autorrelato das horas de uso do AASI foi de $6,8 \pm 3,9$ h. Este valor foi significativamente maior ($t=3,91$; $p=0,001$) do que a média de horas diárias de uso registradas no *datalogging* dos dispositivos, igual a $4,3 \pm 3,2$ h (extensão de 0 a 9,6 h).

4.3.2.2 Inventário internacional de resultados (IOI-HA)

A média da pontuação de cada domínio e da pontuação total dos resultados do inventário IOI-HA, aplicado nos indivíduos do grupo experimental, estão descritos na Figura 4.

IOI-HA= International Outcome Inventory for Hearing Aids.

Figura 4 - Média e desvio padrão dos domínios do inventário internacional de resultados (IOI-HA) para o grupo experimental (n=20)

4.3.2.3 Esforço auditivo

Na autoavaliação do esforço auditivo, a pontuação obtida para o grupo controle foi significativamente maior do que a do grupo experimental (Tabela 4).

Tabela 4 - Autoavaliação do esforço auditivo

	Itens da Escala SSQ		
	Nível de concentração	Esforço para ouvir	Ignorar outros sons
Controle (n=20)			
Média ± DP	8,35 ± 1,69	8,70 ± 1,26	7,10 ± 1,94
Extensão	5 a 10	6 a 10	4 a 10
Experimental (n=20)			
Média ± DP	4,90 ± 2,79	5,15 ± 2,34	4,15 ± 2,64
Extensão	0 a 10	2 a 10	0 a 8
Teste t			
Valor de t	4,728	5,962	4,023
Valor de p	0,000*	0,000*	0,000*

*p<0,05 estatisticamente significativa.

DP= desvio padrão; n= número de sujeitos; SSQ= Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale.

4.3.2.4 Nível de ruído aceitável

Não houve diferença estatisticamente significativa (teste t pareado) entre o nível mais confortável (MCL), nível de ruído de fundo (BNL) e nível de ruído aceitável (ANL) obtidos para o grupo experimental, nas condições “sem AASI” e “com AASI” (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados dos grupos controle e experimental para MCL, BNL e ANL

	Controle (n=20)			Experimental (n=20)		
	MCL (dBNA)	BNL (dBNA)	ANL (dB)	MCL (dBNA)	BNL (dBNA)	ANL (dB)
Sem AASI						
Média ± DP	53,7 ± 4,54	52,0 ± 6,33	1,65 ± 4,82	57,7 ± 4,12	54,6 ± 5,70	3,10 ± 4,49
(extensão)	(45 a 62)	(43 a 65)	(-5 a 11)	(50 a 65)	(42 a 65)	(-5 a 15)
Com AASI						
Média ± DP	-	-	-	56,1 ± 4,83	54,2 ± 4,89	1,85 ± 4,55
(extensão)	-	-	-	(45 a 65)	(43 a 61)	(-6 a 11)
Teste t pareado						
Valor de t	-	-	-	1,631	0,434	-1,228
Valor de p	-	-	-	0,119	0,669	0,234

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual; ANL= Acceptable Noise Level; BNL= Background Noise Level; dB= decibel; dBNA= decibel nível de audição; DP= desvio padrão; MCL= Most Comfortable Level; n= número de sujeitos.

4.3.2.5 Percepção da fala no ruído

No que se à percepção no ruído, avaliada por meio do teste HINT (Figura 5), deve ser lembrado que menores valores da relação sinal/ruído (S/R) representam melhor desempenho do indivíduo. A análise de variância, com medidas repetidas, indicou para o grupo experimental, diferença significativa entre as quatro condições avaliadas ($F=24,59$; $p=0,000$). O teste de Tukey mostrou que a diferença foi obtida entre a condição “sem AASI” e as condições “FM” ($p=0,000158$) e “MoBALS” ($p=0,000158$). Também houve diferença entre a condição “com AASI” e as condições FM ($p=0,000158$) e MoBALS ($p=0,00016$). Para o grupo controle também houve diferença significativa entre as condições avaliadas ($F=30,46$; $p<0,00001$). O desempenho na condição “MoBALS” foi significativamente melhor, do que nas condições “FM” ($p<0,01$) e “sem dispositivo” ($p<0,01$). Além disto, o desempenho na condição com “FM” foi melhor do que na condição “sem dispositivo” ($p<0,01$).

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual; **FM**= Sistema de Frequência Modulada; **MoBALS**= Mobile Based Assistive Listening System; **S/R**= sinal ruído.

Figura 5 - Resultados do teste de percepção de fala (HINT), para os grupos controle e experimental, com e sem os dispositivos testados

Tendo em vista que o status auditivo do indivíduo influencia os resultados de percepção da fala, a fim de comparar o desempenho entre o grupo controle e o experimental foi calculado o benefício fornecido pelo MoBALS e Sistema FM, subtraindo-se os resultados obtidos nas condições “sem dispositivo” e “com dispositivo” (MoBALS ou FM). Houve diferença estatisticamente significativa (teste t)

do benefício fornecido pelo sistema FM entre os grupos controle e experimental (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação do benefício na percepção da fala no ruído obtido com o MoBALS e com Sistema FM no teste HINT

	Controle (n=20)	Experimental (n=20)	Teste t
MoBALS			
Média ± DP	9,79 ± 6,68	6,67 ± 6,20	t=-1,495
(extensão)	(-7,3 a 16,5)	(-4,10 a 15,4)	p=0,139
Sistema FM			
Média ± DP	4,27 ± 3,66	7,18 ± 3,92	t=2,108
(extensão)	(-0,5 a 14,4)	(0,5 a 15,5)	p=0,038*

*p < 0,05 estatisticamente significativa.

DP= desvio padrão; FM= sistema frequência modulada; MoBALS= Mobile Based Assistive Listening System; n= número de sujeitos.

4.3.2.6 Dados da entrevista

Com relação à posse de um smartphone, 25 participantes possuíam um dispositivo (controle - n=17; experimental - n=8), 10 não possuíam, porém teriam condições de adquiri-lo (controle - n=2; experimental - n=8) e 5 (controle - n=1; experimental - n=4) não possuíam e não teriam condições de adquiri-lo.

No que se refere ao manuseio do MoBALS os indivíduos avaliados consideraram como sendo fácil (controle - n=19; experimental - n=10), neutro, ou seja, “nem fácil, nem difícil” (experimental - n=4) ou difícil (controle - n=1; experimental - n=6). Um indivíduo do grupo controle considerou o manuseio difícil por “ter que apertar botão e não ter facilidade com o celular” (sic).

Acerca da qualidade sonora do MoBALS em comparação aos demais dispositivos testados, 17 participantes julgaram o MoBALS como sendo superior (controle - n=11; experimental - n=6), 10 não perceberam diferença (controle - n=5; experimental - n=5) e 12 consideraram o sistema FM como superior (controle - n=4; experimental - n=8). Apenas um indivíduo preferiu a qualidade sonora do AASI.

As vantagens e desvantagens do uso do MoBALS no dia a dia apontadas pelos participantes estão descritas no Quadro 5.

	Vantagens	Desvantagens
Controle	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade de acesso e manuseio de um smartphone (n=3). - Possibilidade de escutar e entender melhor (n=11). - Facilidade de transmissão da informação (n=1). - Não precisar usar o AASI (n=1). - Aproveitamento de um equipamento já disponível (n=4). 	<ul style="list-style-type: none"> - Esquecer de carregar a bateria do smartphone (n=2). - Furto do smartphone durante seu uso (n=1). - Saber usar o celular e o aplicativo (n=3). - Necessidade de ter dois celulares e usar o fone de ouvido (n=5). - Custo do smartphone (n=1). - Segurar microfone e smartphone na mão (n=4). - Constrangimento em usar e pedir para outro indivíduo instalar o aplicativo ou usar o microfone (n=2). - Dificuldade em escutar o que está sendo falado no ambiente (n=1).
Experimental	<ul style="list-style-type: none"> - Ouvir melhor (n=12). - Comunicação a distância (n=2). - Existência de uma outra opção para ouvir melhor (n=1). 	<ul style="list-style-type: none"> - Manuseio constante do smartphone e necessidade de carregá-lo (n=5). - Necessidade da ajuda de uma outra pessoa ("incomodar") (n=3). - Desconforto físico com o uso do fone (n=2). - Ter dois celulares (n=1).

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual.

Quadro 5 - Vantagens e desvantagens do uso do MoBALS, relatadas pelos pacientes

Acerca do uso dos dispositivos, 23 indivíduos (controle - n=15; experimental - n=8) relataram que usariam o MoBALS, 13 participantes (controle - n=4; experimental - n=9) usariam com ressalvas ("se fosse o único dispositivo existente", "apenas em casa") e 4 (controle - n=1, experimental - n=3) não o utilizariam no dia a dia.

4.3.2.7 Correlação do ANL com medidas de resultados

A fim de analisar a influência do ANL nos resultados de percepção da fala no ruído (HINT) assim como número de horas diárias de uso (*data logging*) benefício e satisfação com os dispositivos utilizados, foi calculada a correlação de Pearson (Tabela 7). Houve correlação fraca, porém significativa, apenas para o grupo experimental entre o ANL e o resultado do HINT obtido com o uso do sistema FM.

Tabela 7 - Correlação (Pearson) entre nível de ruído aceitável (ANL), percepção da fala no ruído (HINT), benefício e satisfação em vida diária (IOI-HA) e média de horas diárias de uso

	Condições HINT				IOI-HA Total	Horas de uso
	Sem dispositivo	AASI	FM	MoBALS	AASI	AASI
ANL Controle (n=20)						
r	0,237	-	-0,037	-0,187	-	-
p	0,315		0,878	0,429		
ANL Experimental (n=20)						
r	0,192	0,394	0,465	0,325	0,233	0,319
p	0,416	0,085	0,039*	0,162	0,323	0,101

*p<0,05 estatisticamente significante.

AASI= Aparelho de Amplificação Sonora Individual; **ANL**= Acceptable Noise Level; **FM**= sistema de frequência modulada; **HINT**= Hearing in Noise Test; **IOI-HA**= International Outcome Inventory for Hearing Aids; **MoBALS**= Mobile Based Assistive Listening System; **n**= número de sujeitos.

4.3.3 Discussão

4.3.3.1 Horas diárias de uso do AASI

Para o grupo experimental, o número médio de horas de uso registrado no *datalogging* foi de 4,3 horas e o autorrelato foi de 6,8 horas. Valores similares foram reportados por Solheim e Hickson (2017) para indivíduos com média dos limiares auditivos inferior a 50 dB - 7,55 horas/dia (autorrelato) e 4,76 horas/dia (*datalogging*).

Quando analisados os dados individuais, o uso igual ou superior a 8 horas diárias foi verificado para 5 (25% - *datalogging*) e 10 (50% - autorrelato) indivíduos. Este resultado está em concordância com Bertoli, Bodmer e Probst (2010) que verificaram que 37% de pessoas com perda leve de audição relataram utilizar seus AASIs por mais de oito horas diárias, número este menor do que o relatado por indivíduos com graus de perda maiores. Solheim e Hickson (2017) também descrevem correlações fracas, porém, significativas entre o número de horas de uso do AASI e a severidade da perda auditiva.

Em média, o autorrelato do participante sobre o uso do AASI foi significativamente maior (2,5 h) do que o registro do *datalogging*. A superestimativa do uso do AASI, via autorrelato, também é destacada na literatura. Para indivíduos com graus de perda e experiência de uso do AASI variados, foi observada diferença

significativa entre o autorrelato e *datalogging* de 1,2 (LAPLANTE-LÉVESQUE et al., 2014), 2 (GAFFNEY, 2008) e 2,27 horas (SOLHEIM; HICKSON, 2017).

Laplanche-Lévesque et al. (2014) salientam que o *datalogging* deve ser interpretado com cautela já que registra o número de horas que o dispositivo está ligado, o que não significa, necessariamente, que está sendo utilizado pelo indivíduo. Estes autores, também comentam que o desejo social é um fator que pode fazer com que as pessoas reportem certos comportamentos da forma que eles acreditam que será percebido favoravelmente pelo outro - por exemplo, um maior número de horas de uso do AASI. No presente estudo, o fato de que os AASI foram concedidos, gratuitamente, pelo SUS, pode ter reforçado este fator do desejo social.

4.3.3.2 Inventário internacional de resultados (IOI-HA)

A Figura 4 mostra que pontuações médias altas, maiores do que 4 pontos, foram obtidas em todos os itens do questionário IOI-HA. De modo geral, estas pontuações foram superiores às descritas em alguns estudos internacionais (COX; ALEXANDER, 2002; OLUSANYA, 2004). Outras pesquisas brasileiras, realizadas em serviços públicos de saúde auditiva, reportaram altas pontuações no IOI-HA variando de 3,4 a 4,6 (GASPARIN; MENEGOTTO; CUNHA, 2010) e 4,3 a 4,9 (BEVILACQUA et al., 2013). Além disso, um estudo realizado no mesmo local da presente pesquisa, com indivíduos com perda sensorineural leve a severa, novos usuários de AASI indicaram pontuações médias do IOI-HA de 3,7 a 4,7 (CAMPOS; FERRARI, 2012).

Embora os dados da Figura 4 sugiram que os indivíduos com perda auditiva de grau leve, apresentam benefício com o uso do AASI, deve-se ter cautela com sua interpretação em função do “viés de gratidão” que pode provocar no usuário de serviços públicos uma relutância em expressar opiniões negativas. Bevilacqua et al. (2013) relatam que o fato dos custos diretos do tratamento serem assumido pelo SUS pode criar uma atitude diferente no usuário. Ainda, a experiência com o próprio serviço e os atendimentos de audiologia causam impactos na satisfação com o uso do AASI, uma vez que os indivíduos que estão satisfeitos com os atendimentos, tendem a relatar mais satisfação com os dispositivos (DILLON; BIRTLES; LOVEGROVE, 1999).

4.3.3.3 *Esforço auditivo*

No tocante ao esforço auditivo (Tabela 4), os valores obtidos para o grupo controle foram similares aos de outros estudos que também utilizaram o questionário SSQ em indivíduos com audição normal. Banh, Singh e Pichora-Fuller (2012) reportaram médias variando de 7,2 a 7,6 (idosos) e 8,3 a 9,0 (adultos). Zahorik e Rothpletz (2014) encontraram valores da mediana entre 7 e 8 para adultos. Para população adulta brasileira, Miranda-Gonzalez e Almeida (2015), apresentaram valores de 7,9 a 8,3.

A média das pontuações para os participantes do grupo controle foram significativamente maiores (resultados melhores) do que para o grupo experimental, sugerindo, assim, o maior esforço auditivo vivenciado pelos indivíduos com perda auditiva leve. Tais resultados estão em concordância com a revisão sistemática realizada por Ohlenforst et al. (2017), a qual indicou maior esforço auditivo para indivíduos com deficiência auditiva em comparação aos ouvintes normais, quando empregadas medidas de autoavaliação do esforço auditivo - a escala visual-analógica e o SSQ.

É importante considerar, entretanto, as diferenças da idade entre os participantes - em média, os indivíduos do GE eram 2,6 anos mais velhos do que os do GC. Quando utilizado o paradigma de dupla tarefa, indivíduos com maior idade apresentaram maior esforço auditivo (DEGEEST; KEPPLER; CORTHALS, 2015).

4.3.3.4 *Nível de ruído aceitável*

As comparações dos resultados do ANL para indivíduos com audição normal e com deficiência auditiva, assim como a discussão de tais achados foram realizadas no “Estudo 1”. Desta forma, neste estudo apenas os dados obtidos para os participantes do grupo experimental, serão abordados.

Não houve diferença significativa (Tabela 5) dos valores do MCL e BNL obtidos nas condições “sem AASI” e “com AASI”. Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) encontraram diferenças significativas nos valores do MCL e BNL para as condições

com AASI (48,8 dB e 39,6 dB, respectivamente) e sem AASI (56,7 dB e 46,9 dB, respectivamente), as quais foram atribuídas ao efeito da amplificação fornecida pelo AASI. Contudo, os participantes do estudo de Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) apresentavam maior grau de perda auditiva do que a dos participantes do presente estudo - consequentemente, a amplificação fornecida foi maior.

O ANL obtido na condição “com AASI” foi 1,25 dB menor do que na condição “sem AASI”. Entretanto, esta diferença não foi significativa. Nabelek, Tampas e Burchfield (2004) e Nabelek et al. (2006) também não reportaram diferença do ANL mensurados nestas mesmas condições. Freyaldenhoven et al. (2006a) também não encontraram diferença no ANL obtidos nas condições de uso do AASI uni ou bilateral. Segundo tais autores, isto ocorre porque o ANL reflete uma característica do indivíduo e não do uso e da amplificação em si.

Por outro lado, Eddins et al. (2013) observaram que, em média, o ANL foi 4 dB menor (melhor resultado) na condição sem AASI, sendo isto estatisticamente significativo. Os autores fazem uma ressalva, contudo, que esta maior média não representa que o ANL tenha sido maior na condição “com AASI” para um mesmo participante.

Não houve correlação entre o ANL e as horas diárias ou benefício com o uso do AASI (Tabela 7). Tal resultado parece contrariar a literatura (NABELEK; TUCKER; LETOWSKI, 1991; NABELEK; TAMPAS; BURCHFIELD, 2004; NABELEK et al., 2006) que reporta padrões distintos do ANL para “usuários efetivos”, “usuários em tempo parcial” e “não usuários” do AASI. Valores maiores do ANL (menor aceitação do ruído) estiveram associados ao menor uso do AASI. Esta classificação de uso baseou-se na necessidade do participante - ou seja, usuários efetivos são os que usam sempre que precisam, usuários em tempo parcial são os que usam ocasionalmente, e não usuários os que não usam. Na presente pesquisa foi utilizado o tempo de uso diário do AASI registrado no *datalogging* - o que pode explicar a diferença entre os achados.

Ressalta-se que Walravens et al. (2014) também não observaram correlação entre o ANL e o uso do AASI - mensurados por hora de uso ou segundo critério de necessidade, via autorrelato. Os autores atribuíram seus achados ao maior tempo de experiência que seus participantes tinham com o uso do AASI e também ao grau da perda de audição, que foi maior para os usuários efetivos de AASI.

O ANL (condição sem AASI) não influenciou os resultados do HINT (Tabela 7) obtidos para as condições sem dispositivo, com AASI e com o MoBALS. A literatura também apresenta que não há correlação entre teste de percepção de fala e o ANL (NABELEK; TAMPAS BURCHFIELD, 2004; NABELEK et al., 2006; PLYLER; MADIX; THELIN, 2007; KOCH et al., 2016). Visto que o ANL avalia o nível de ruído aceitável e o HINT, o desempenho do reconhecimento de fala no ruído. Assim, a maior aceitação ao ruído de fundo não implicaria em melhor compreensão de fala no ruído.

Contudo, para o grupo experimental, verificou-se uma correlação positiva fraca, porém, significativa entre o ANL e a relação S/R obtida com o sistema FM. Até o presente momento não foram encontrados estudos que analisaram a influência do ANL no uso e benefício com as tecnologias de microfone remoto. O resultado obtido no presente estudo sugere que indivíduos que apresentam menor tolerância ao ruído teriam pior desempenho na percepção de fala no ruído (maior relação S/R) com o uso do sistema FM. Isto parece contraproducente tendo em vista que o objetivo do uso deste sistema é diminuir a distância entre ouvinte e fonte sonora para mitigar o efeito do ruído de fundo. A análise dos dados individuais sugeriu que a correlação foi influenciada por valores extremos de um único participante. Ao serem removidos estes dados da análise, a correlação obtida foi igual a $r=0,205$ e a significância deixou de existir.

4.3.3.5 *Percepção da fala no ruído*

Inicialmente, é importante destacar que, para o grupo experimental não houve diferença da média da relação S/R obtida nas condições sem AASI ($1,84 \pm 3,0$) e com AASI ($1,47 \pm 2,8$) (Figura 5). Essa semelhança entre os resultados, pode ser explicada pelo tipo de acoplamento utilizado nos AASIs. Para a grande maioria dos participantes (90%) constatou-se que o nível de pressão sonora obtido no conduto auditivo externo (CAE), com o AASI posicionado e desligado (REOR) foi igual ou muito similar à resposta de ressonância da orelha externa (REUR). Esta ausência de vedação, pode ter favorecido a passagem do sinal de fala e ruído diretamente para o CAE (RICKETTS, 2000), sobrepassando o processamento do AASI.

Ainda assim, os pacientes mesmo apresentando resultados com e sem AASI semelhantes, apresentam altas pontuações no inventário IOI-HA, indicando assim estarem satisfeitos com seus AASIs. Essa situação pode ser ainda mais explícita se considerarmos que um sujeito referiu preferir o seu AASI a qualquer outro dispositivo testado.

Tanto para os participantes do grupo controle como para o grupo experimental a média da relação S/R obtida com o sistema FM e com o MoBALS foram significativamente menores (melhor desempenho) do que a obtida na condição “sem dispositivo” (GC e GE) e “com AASI” (apenas GE). Este resultado era esperado tendo em vista que no presente estudo, a fala e o ruído foram apresentados em caixas acústicas distintas e o microfone dos dispositivos avaliados foi posicionado próximo à caixa que fornecia o sinal de fala - desta forma, diminui-se a distância entre falante (fonte sonora) e ouvinte e, por conseguinte, o efeito do ruído (CIORBA et al., 2014; RODEMERK; GALSTER, 2015).

De particular importância é o fato de que o MoBALS propiciou desempenho similar (grupo experimental) ou significativamente melhor (grupo controle) do que o sistema FM. Considerando os componentes do MoBALS, é possível que a vedação do CAE por meio do fone de ouvido, possa ter favorecido os resultados para o grupo controle, uma vez que a intensidade do ruído apresentado no teste pode ter sido reduzida pela presença do fone. Outro fator favorável é a manipulação do controle de volume. O controle de volume do MoBALS foi controlado pelo sujeito de pesquisa, sendo entregue em volume intermediário e permitindo, antes de iniciar o teste, que o sujeito controlasse de acordo com sua necessidade. O controle de volume do sistema FM, foi mantido fixo, no volume intermediário, que é o volume que o próprio dispositivo se mantém quando ligado.

Embora a média tenha apresentado melhores resultados, o dispositivo MoBALS para alguns sujeitos propiciou os piores resultados. Três sujeitos do grupo experimental apresentaram resultados piores para avaliação HINT com MoBALS (S/R 4,2; 12,9; e 5,3) quando comparado sem dispositivo. Desse, um apresentou erro de perseveração no início do teste HINT, sendo necessário iniciar quatro vezes o teste, sem que houvesse o referido erro. Esse mesmo sujeito referiu que usaria o aplicativo em último caso, pois disse que teve dificuldade para entender as palavras com ele, sendo o FM melhor. O segundo sujeito que também apresentou dificuldade no

MoBALS, ao ser questionando, referiu que o dispositivo “não ajudou muito no barulho”, preferindo o FM. Assim como o terceiro sujeito do GE, que referiu que o MoBALS é “muito barulhento”.

Sendo assim, o MoBALS e o FM trouxeram desempenho melhor em teste de percepção de fala no ruído, quando comparados apenas ao AASI ou sem AASI, para pacientes com perda leve de audição. Chisolm et al. (2007) referiram que pacientes com perda leve de audição poderiam se beneficiar com o uso de sistema de FM, visto que pacientes com outros graus de perda de audição se beneficiaram.

Dessa forma, assim como exposto pela literatura, o uso do microfone remoto, trouxe melhora na percepção de fala em ambientes ruidosos (CIORBA et al., 2014; RODEMERK; GALSTER, 2015), desempenho esse, que os melhores redutores de ruído de AASI não conseguem apresentar (THIBODEAU, 2014).

Analisando o ganho, que é o benefício que o dispositivo traz ao sujeito, na mesma situação de comunicação, porém sem nenhum dispositivo, foi possível observar que para os sujeitos com audição normal o MoBALS apresentou melhores resultados do que o FM. Muitos pacientes (55%) referiram ter escutado melhor com o MoBALS, considerado como melhor qualidade sonora quando questionado sobre os dispositivos testados. Alguns (25%) ainda compararam os dois dispositivos, referindo ter a mesma qualidade sonora e benefício.

4.3.3.6 Considerações sobre o aplicativo MoBALS

Dentre algumas vantagens do aplicativo, observamos o uso do controle de volume e sensibilidade do microfone, assim como o uso do fone de ouvido.

O controle de volume do MoBALS foi controlado pelo sujeito de pesquisa, sendo entregue em volume intermediário e permitindo, antes de iniciar o teste, que o sujeito controlasse de acordo com sua necessidade. O controle de volume do sistema FM foi mantido fixo, no volume intermediário, que é o volume que o próprio dispositivo se mantém quando ligado. Para o dia a dia, o sujeito teria mais facilidade em usar o controle de volume do MoBALS do que do FM, uma vez que o controle de volume do

FM fica no microfone, junto ao falante. O controle de volume do MoBALS fica no *smartphone* que está junto ao ouvinte.

O uso do fone de ouvido favorece a situação de ruído, uma vez que o ouvido está ocluído com o fone, permitindo assim que o entre menos ruído ambiental, melhorando a entrada do som pelo fone, direto do falante, o que pode justificar o melhor desempenho também com o MoBALS. Porém, alguns pacientes referiram o uso do fone como uma desvantagem, visto que ele oclui a entrada de som externo, limitando a comunicação ao uso do MoBALS, sem que haja interação com os demais falantes. Além disso, o efeito de oclusão, visto que com o conduto auditivo externo tampado, o sujeito ao falar, sente oclusão, causando um incômodo.

As limitações do nosso estudo em relação ao aplicativo são: o teste não foi realizado na vivência diária do sujeito, apenas na situação de teste de percepção de fala no ruído. Entretanto o objetivo do estudo era avaliar a funcionalidade dele, uma validação clínica, em relação a um sistema comercialmente estabelecido, dessa forma, optou-se pelo teste de percepção de fala no ruído, visto que é uma medida validada e utilizada em pesquisas.

Sua usabilidade ainda precisa ser estudada. Algumas variáveis podem interferir no uso, como por exemplo, tempo de duração da bateria do *smartphone* quando o aplicativo está funcionando, disponibilidade de Wi-Fi nos locais em que os sujeitos necessitariam do dispositivo, uso do fone contínuo, instalação do aplicativo em outras marcas e modelos de *smartphones*.

Tanto os sujeitos com perda de audição leve (40%), como os com audição normal (75%) referiram que preferiram o MoBALS e usariam em seu dia a dia. Porém, para que não houvesse influência na opinião, o paciente não sabia que apenas o MoBALS estava sendo testado. Durante a explicação e questionamento, foi colocado que alguns dispositivos estavam sendo testados, e que a opinião de cada sujeito seria importante para essa comparação. Ao final, após a conclusão da coleta, foi explicado.

5 CONCLUSÕES

5 CONCLUSÕES

Por meio da presente pesquisa, foram obtidas as seguintes conclusões:

- o teste “Nível de Ruído Aceitável” (Acceptable Noise Level - ANL) foi adaptado para o português brasileiro, sendo demonstrada a equivalência entre este e o teste original no idioma em inglês. O ANL não foi influenciado pela idade ou pelo *status* auditivo dos participantes. Os valores do ANL para a população estudada foram inferiores aos reportados pela maior parte da literatura, sugerindo a influência de fatores culturais. Estudos normativos com um maior número de participantes são necessários;
- os indivíduos com perda leve reportaram maior esforço auditivo no seu dia a dia e piores resultados clínicos de percepção de fala no ruído do que seus pares ouvintes, sustentando a necessidade de considerá-los como candidatos para reabilitação auditiva;
- o AASI forneceu benefício em vida diária para indivíduos com perda auditiva leve, embora tais benefícios não estivessem refletidos na avaliação clínica da percepção da fala no ruído;
- o ANL não influenciou os resultados de percepção de fala obtidos nas diferentes condições avaliadas (“sem dispositivo”, “com AASI”, FM e MoBALS). Também não influenciou o uso ou benefício em vida diária obtidos com os AASI;
- tanto para indivíduos ouvintes normais como para deficientes auditivos, os resultados de percepção da fala no ruído e impressões quanto a usabilidade e qualidade sonora obtidos com o aplicativo MoBALS foram similares ou superiores ao de uma tecnologia de microfone remoto já consolidada pela literatura (sistema FM). Deste modo, o MoBALS pode ser considerado como alternativa na reabilitação de indivíduos com perda auditiva de grau leve.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Akeroyd MA, Guy FH, Harrison DL, Suller SL. A factor analysis of the SSQ (Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale). *Int J Audiol*. 2014;53(2):101-14.

American National Standards Institute. American National Standards for Audiometers. ANSI S3.6-1996. New York: American National Standards Institute Inc.; 1996.

American Speech-Language-Hearing Association - ASHA. Guidelines for fitting and monitoring of FM systems. 2002 [cited 2015 Oct. 15]. Available from: www.asha.org/policy.

Assis M. Dom Casmurro [Internet]. Brasília: Portal Domínio Público; 1899 [acesso 2018 mar. 05]. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/bn00069.pdf>.

Bamford J, Hostler M, Pont G. Digital signal processing hearing aids, personal FM Systems, and Interference: is there a problem? *Ear Hear*. 2005;26:341-9.

Banh J, Singh G, Pichora-Fuller MK. Age affects responses on the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ) by adults with minimal audiometric loss. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(2):81-91.

Baraky LR, Bento RF, Raposo NR, Tibiriçá SH, Ribeiro LC, Barone MM, et al. Disabling hearing loss prevalence in Juiz de Fora, Brazil. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(4):52-8.

Béria JU, Raymann BCW, Gigante LP, Figueiredo ACL, Jotz G, Roithman R, et al. Hearing impairment and socioeconomic factors: a population-based survey of an urban locality in southern Brazil. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health*. 2007;21(6):381-7.

Bernarding C, Strauss DJ, Hannemann R, Seidler H, Corona-Strauss FI. Neural correlates of listening effort related factors: Influence of age and hearing impairment. *Brain Res Bull*. 2013;91:21-30.

Bertoli S, Bodmer D, Probst R. Survey on hearing aid outcome in Switzerland: associations with type of fitting (bilateral/unilateral), level of hearing aid signal processing, and hearing loss. *Int J Audiol*. 2010;49:333-6.

Bevilacqua MC, Banhara MR, Costa EA, Vignoly AB, Alvarenga KF. The Brazilian Portuguese Hearing in Noise Test. *Int J Audiol*. 2008;47(6):364-5.

Bevilacqua MC, Costa Filho OA, Castiquini EA, Zambonato TC, Morettin M, Moret AL, et al. Hearing aid fitting at SUS (Brazilian Public Health Care System) compared with a compact fitting model. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79(3):276-84.

Bologna WJ, Chatterjee M, Dubno JR. Perceived listening effort for a tonal task with contralateral competing signals. *J Acoust Soc Am*. 2013;134(4):EL352-8.

Boothroyd A. Hearing aid accessories for adults: the remote FM microphone. *Ear Hear.* 2004;25(1):22-33.

Boothroyd A. Adult aural rehabilitation: what is it and does it work? *Trends Amplif.* 2007;11(2):63-71.

Brännström KJ, Lantz J, Nielsen LH, Olsen SØ. Acceptable noise level with Danish, Swedish, and non-semantic speech materials. *Int J Audiol.* 2012;51(3):146-56.

Brasil. Casa Civil. Decreto nº 7.612 de 17 de novembro de 2011. Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Plano Viver sem Limite. 2011 [acesso 2015 mar. 31]. Disponível em: <http://www.cosemssp.org.br/downloads/instrutivo-portaria-deficientes.pdf>.

Brasil. Ministério da Saúde. Instrutivo de Saúde Auditiva. Ref. Portaria GM nº. 793 de 24 de abril de 2012 e portaria GM nº. 835 de 25 de abril de 2012. 2012 [acesso 2015 mar. 05]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt0793_24_04_2012.html.

Brasil. Portal da Saúde. Instrutivo de Reabilitação Auditiva, Física, Intelectual e Visual (CER) e serviços habilitados em uma única modalidade. Ref. Portaria GM 793 de 24 de abril de 2012 e Portaria GM 835 de 25 de abril de 2012. 2013a [acesso 2015 mar. 31]. Disponível em: <http://www.cosemssp.org.br/downloads/instrutivo-portaria-deficientes.pdf>.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1274, de 25 de junho de 2013. Inclui o Procedimento de Sistema de Frequência Modulada Pessoal (FM) na tabela de Procedimentos, Medicamentos, Órteses e Materiais Especiais (OPM) dos Sistema Único de Saúde. 2013b [acesso 2015 mar. 05]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt1274_25_06_2013.html.

Campos PD. Telessaúde: sistematização e eficácia da teleconsulta na programação e adaptação de aparelho de amplificação sonora individual [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2011.

Campos PD, Ferrari DV. Telessaúde: avaliação da eficácia da teleconsulta na programação e adaptação de aparelho de amplificação sonora individual. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;24(4):301-8.

Capolari AS, Silva JA. Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(4):525-32.

Cervera T, Soler MJ, Dasi C, Ruiz JC, Marco A. Difficulties understanding compressed speech in elderly listeners with mild-to-moderate hearing loss. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2007;58(4):123-8.

Chen J, Zhang H, Plyler PN, Cao W, Chen J. Development and evaluation of the Mandarin speech signal content on the acceptable noise level test in listeners with normal hearing in mainland China. *Int J of Audiol.* 2011;50(6): 354-60.

- Chisolm TH, Noe CM, McArdle R, Abrams H. Evidence for the use of hearing assistive technology by adults: the role of the FM system. *Trends Amplif*. 2007;11(2):73-89.
- Ciorba A, Zattara S, Laroni G, Prosser S. Quantitative enhancement of speech in noise through a wireless equipped hearing aid. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2014;34(1):50-3.
- Coleman M. There's a hearing app for that. *Hear J*. 2011;64(11):11-6.
- Cox RM, Alexander GC. The International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA): psychometric properties of the English version. *Int J Audiol*. 2002;41(1):30-5.
- Cox R, Stephens D, Kramer SE. Translations of the International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA). *Int J Audiol*. 2002;41(1):3-26.
- Cox RM, Alexander GC, Beyer CM. Norms for the International Outcome Inventory for Hearing Aids. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(8):403-13.
- Dalton DS, Cruickshanks KJ, Klein BEK, Klein R, Wiley TL, Nondahl DM. The impact of hearing loss on quality of life in older adults. *Gerontologist*. 2003;43(5):661-8.
- Degeest S, Keppler H, Corthals P. The effect of age on listening effort. *J Speech Lang Hear Res*. 2015;58(5):1592-600.
- Dillon H. NAL-NL1: A new procedure for fitting non-linear hearing aids. *Hear J*. 1999;52(4):10-6.
- Dillon H. *Hearing aids*. New York: Thieme; 2001.
- Dillon H, Birtles G, Lovegrove R. Measuring the outcomes of a national rehabilitation program: normative data for the Client Oriented Scale of Improvement (COSI) and the Hearing Aid User's Questionnaire (HAUQ). *J Am Acad Audiol*. 1999;10:67-79.
- Dirks DD, Kincaid GE. Basic acoustic considerations of ear canal probe measurements. *Ear Hear*. 1987;8(5 Suppl):60S-7.
- Downs DW. Effects of hearing aid use on speech discrimination and listening effort. *J Speech Hear Disord*. 1982;47(2):189-93.
- Dubno JR, Dirks DD, Morgan DE. Effects of age and mild hearing loss on speech recognition in noise. *J Acoust Soc Am*. 1984;76(1):87-96.
- Eddins DA, Arnould M, Klein A, Ellison J. Individual variability in unaided and aided measurement of the acceptable noise level. *Semin Hear*. 2013;34(2):118-27.
- Foulad A, Bui P, Djalilian H. Automated audiometry using apple iOS based application technology. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;149(5):700-6.
- Franklin Jr CA, Thelin JW, Nabelek AK, Burchfield SB. The effect of speech presentation level on acceptance of background noise in listeners with normal hearing. *J Am Acad Audiol*. 2006;17(2):141-6.

- Freyaldenhoven MC, Plyler PN, Thelin JW, Burchfield SB. Acceptance of noise with monaural and binaural amplification. *J Am Acad Audiol*. 2006a;17(9):659-66.
- Freyaldenhoven MC, Smiley DF, Muenchen RA, Konrad TN. Acceptable noise level: reliability measures and comparison to preference for background sounds. *J Am Acad Audiol*. 2006b;17(9):640-8.
- Furtado MT, Rego ACGB, Loural CA. Prospecção tecnológica e principais tendências em telecomunicações. *Cad CPqD Tecnologia*. 2005;1(1):7-27.
- Gagné JP. Audiovisual-FM system is found more beneficial in classroom than auditory-only. *Hear J*. 2001;54(1):48-51.
- Gaffney P. Reported hearing aid use versus datalogging in a VA population. *Hear Rev*. 2008;15(6):42, 44, 46-7.
- Gasparin M, Menegotto IH, Cunha CS. Psychometric properties of the international outcome inventory for hearing AIDS. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(1):85-90.
- Gatehouse S, Noble W. The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *Int J Audiol*. 2004;43(2):85-99.
- Gordon-Hickey S, Moore RE. Acceptance of noise with intelligible, reversed, and unfamiliar primary discourse. *Am J Audiol*. 2008;17(2):129-35.
- Gordon-Hickey S, Moore RE, Estis JM. The impact of listening condition on background noise acceptance for young adults with normal hearing. *J Speech Lang Hear Res*. 2012;55(5):1356-72.
- Gosselin PA, Gagné JP. Use of a dual-task paradigm to measure listening effort. *Can J Speech Lang Pathol Audiol*. 2010;34:43-51.
- Gosselin PA; Gagné JP. Older adults expend more listening effort than young adults recognizing audiovisual speech in noise. *Int J Audiol*. 2011;50(11):786-92.
- Harkrider AW, Smith SB. Acceptable noise level, phoneme recognition in noise, and measures of auditory efferent activity. *J Am Acad Audiol*. 2005;16(8):530-45.
- Hart SG, Steveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research. In: Hancock PA, Meshkati N, organizer. *Human Mental Workload*. Amsterdam: North Holland Press; 1988. p. 139-83.
- Heinrich A, Henshaw H, Ferguson MA. The relationship of speech intelligibility with hearing sensitivity, cognition, and perceived hearing difficulties varies for different speech perception tests. *Front Psychol*. 2015;6:1-14.
- Hicks CB, Tharpe AM. Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. *J Speech Lang Hear Res*. 2002;45(3):573-84.
- Ho HC, Wu YH, Hsiao SH, Stangl E, Lentz EJ, Bentler RA. The equivalence of acceptable noise level (ANL) with English, Mandarin, and non-semantic speech: a study across the U.S. and Taiwan. *Int J Audiol*. 2013;52(2):83-91.

Hoeks B, Levelt WJM. Pupillary dilation as a measure of attention: a quantitative system analysis. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 1993;25(1):16-26.

Holube I, Fredelake S, Vlaming M, Kollmeier B. Development and analysis of an International Speech Test Signal (ISTS). *Int J Audiol*. 2010;49(12):891-903.

Hornsby BW. The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. *Ear Hear*. 2013;34(5):523-34.

Hornsby BWY, Johnson EE, Picou E. Effects of degree and configuration of hearing loss on the contribution of high- and low-frequency speech information to bilateral speech understanding. *Ear Hear*. 2011;32(5):543-55.

Houaiss A, Villar MS. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva; 2001.

Houben R, van Doorn-Bierman M, Dreschler WA. Using response time to speech as a measure for listening effort. *Int J Audiol*. 2013;52(11):753-61.

Humes LE. Dimensions of hearing aid outcome. *J Am Acad Audiol*. 1999;10(1):26-39.

International Organization for Standardization. ISO 12124. Acoustics: procedures for the measurement of real-ear acoustical characteristics of hearing aids. Geneva: International Organization for Standardization. 2001 [cited 2015 Apr. 03]. Available from: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=3450.

Jacob RTS, Queiroz-Zattoni M. Sistemas de Frequência Modulada. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART, organizadores. *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Santos; 2015. p. 298-310.

Jespersen CT, Møller KN. Reliability of real ear insertion gain in behind-the-ear hearing aids with different coupling systems to the ear canal. *Int J Audiol*. 2013;52(3):169-76.

Kaland M, Salvatore K. The psychology of hearing loss. *The ASHA Leader*. 2002. [cited 2015 Mar. 05]. Available from: <http://www.asha.org/Publications/leader/2002/020319/020319d/>.

Kalikow DN, Stevens KN, Elliott LL. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J Acoust Soc Am*. 1977;61(5):1337-51.

Killion MC, Fikret-Pasa S. The 3 types of sensorineural hearing loss: loudness and intelligibility considerations. *Hear J*. 1993;46(11):31-6.

Koch X, Dingemanse G, Goedegebure A, Janse E. Type of speech material affects acceptable noise level test outcome. *Front Psychol*. 2016;26(7):186.

- Kochkin S. MarkeTrak VIII: customer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *Hear J.* 2010;63(1):11-9.
- Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Kuik DJ. Assessing aspects of auditory handicap by means of pupil dilatation. *Audiology.* 1997;36(3):155-64.
- Kuppler K, Lewis M, Evans AK. A review of unilateral hearing loss and academic performance: is it time to reassess traditional dogmata? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2013;77(5):617-22.
- Laplante-Lévesque A, Nielsen C, Jensen LD, Naylor G. Patterns of hearing aid usage predict hearing aid use amount (data logged and self-reported) and overreport. *J Am Acad Audiol.* 2014;25(2):187-98.
- Lewis MS, Crandell CC, Valente M, Horn JE. Speech perception in noise: directional microphones versus frequency modulation (FM) systems. *J Am Acad Audiol.* 2004;15(6):426-39.
- Lopez EA, Costa OA, Ferrari DV. Development and technical validation of the mobile based assistive listening system: a smartphone-based remote microphone. *Am J Aud.* 2016;25(3S):288-94.
- Mackersie CL, Cones H. Subjective and psychophysiological indexes of listening effort in a competing-talker task. *J Am Acad Audiol.* 2011;22(2):113-22.
- MacPherson A, Akeroyd MA. The Glasgow monitoring of uninterrupted speech task: a naturalistic measure of speech intelligibility in noise. *Proc. Mtgs. Acoust.* 2013;19(1):050068.
- McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, Stewart AJ, Moore DR, Barry JG, et al. Listening effort and fatigue: what exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group 'white paper'. *Int J Audiol.* 2014;53(7):433-40.
- Miranda-Gonzalez EC, Almeida K. Adaptação cultural do questionário Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) para o português brasileiro. *Audiol Commun Res.* 2015;20(3):215-24.
- Møller KN, Jespersen CT. What are some common misconceptions of mild hearing loss? *AudiologyOnline.* 2013 [cited 2015 Mar. 23]. Available from: <http://www.audiologyonline.com/ask-the-experts/what-some-common-misconceptions-mild-12268>.
- Mueller HG, Weber J, Hornsby BWY. The effects of digital noise reduction on the acceptance of background noise. *Trends Amplif.* 2006;10(2):83-94.
- Na Y, Joo HS, Yang H, Kang S, Hong SH, Woo J. Smartphone-based hearing screening in noisy environments. *Sensors (Basel).* 2014;14(6):10436-60.
- Nabelek AK. Acceptance of background noise may be key to successful fittings. *Hear J.* 2005;58(4):10-5.

- Nabelek AK, Tucker FM, Letowski TR. Toleration of background noises: relationship with patterns of hearing aid use by elderly persons. *J Speech Hear Res.* 1991;34:679-85.
- Nabelek AK, Tampas JW, Burchfield SB. Comparison of speech perception in background noise with acceptance of background noise in aided and unaided conditions. *J Speech Lang Hear Res.* 2004;47(5):1001-11.
- Nabelek AK, Freyaldenhoven MC, Tampas JW, Burchfiel SB, Muenchen RA. Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *J Am Acad Audiol.* 2006;17(9):626-39.
- Neijenhuis K, Tschur H, Snik A. The effect of mild hearing impairment on auditory processing tests. *J Am Acad Audiol.* 2004;15(1):6-16.
- Obleser J, Wöstmann M, Hellbernd N, Wilsch A, Maess B. Adverse listening conditions and memory load drive a common α oscillatory network. *J Neurosci.* 2012;32(36):12376-83.
- Ohlenforst B, Zekveld AA, Jansma EP, Wang Y, Naylor G, Lorens A, et al. Effects of hearing impairment and hearing aid amplification on listening effort: a systematic review. *Ear Hear.* 2017;38(3):267-81,
- Olsen SØ, Brännström KJ. Does the acceptable noise level (ANL) predict hearing-aid use? *Int J Audiol.* 2014;53(1):2-20.
- Olsen SØ, Lantz J, Nielsen LH, Brännström KJ. Acceptable noise level (ANL) with Danish and non-semantic speech materials in adult hearing-aid users. *Int J Audiol.* 2012a;51(9):678-88.
- Olsen SØ, Nielsen LH, Lantz J, Brännström KJ. Acceptable noise level: repeatability with Danish and non-semantic speech materials for adults with normal hearing. *Int J Audiol.* 2012b;51(7):557-63.
- Olusanya B. Self-reported outcomes of aural rehabilitation in a developing country. *Int J Audiol.* 2004;43(10):563-71.
- Paglialonga A, Tognola G, Pincioli F. Apps for hearing science and care. *Am J Audiol.* 2015;24:293-8.
- Phillippi JC, Wyatt TH. Smartphones in nursing education. *Comput Inform Nurs.* 2011;29(8):449-54.
- Phonak [Internet]. Brasil: o que é Dynamic FM? 2015 [acesso 2015 abr. 28]. Disponível em: http://www.phonak.com/br/b2c/pt/products/fm/what_is_fm/what_is_dynamic_fm.html.
- Picou EM, Gordon J, Ricketts TA. The effects of noise and reverberation on listening effort in adults with normal hearing. *Ear Hear.* 2016;37(1):1-13.

Plack CJ, Drga V, Lopez-Poveda EA. Inferred basilar-membrane response functions for listeners with mild to moderate sensorineural hearing loss. *J Acoust Soc Am*. 2004;115(4):1684-95.

Plyler PN, Madix SG, Thelin JW. Contribution of high-frequency information to the acceptance of background noise in listeners with normal and impaired hearing. *Am J Audiol*. 2007;16:149-56.

Plyler PN, Alworth LN, Rossini TP, Mapes KE. Effects of speech signal content and speaker gender on acceptance of noise in listeners with normal hearing. *Int J Audiol*. 2011;50(4):243-8.

Recker KL, Edwards BW. The effect of presentation level on normal-hearing and hearing-impaired listeners' acceptable speech and noise levels. *J Am Acad Audiol*. 2013;24(1):17-25.

Ricketts T. Directivity quantification in hearing aids: fitting and measurement effects. *Ear Hear*. 2000;21(1):45-58.

Rodemer KS, Galster JA. The benefit of remote microphones using four wireless protocols. *J Am Acad Audiol*. 2015;26(8):724-31.

Rogers DS, Harkrider AW, Burchfield SB, Nabelek AK. The influence of listener's gender on the acceptance of background noise. *J Am Acad Audiol*. 2003;14(7):372-82.

Sarampalis A, Kalluri S, Edwards B, Hafter E. Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. *J Speech Lang Hear Res*. 2009;52(5):1230-40.

Scherer MJ, Frisina R. Characteristics associates with marginal hearing loss and subjective well-being among a sample of older adults. *J Rehabil Res Dev*. 1998;35(4):420-6.

Sereda M, Hoare DJ, Nicholson R, Smith S, Hall DA. Consensus on hearing aid candidature and fitting for mild hearing loss, with and without tinnitus: Delphi review. *Ear Hear*. 2015;36(4):417-29.

Shi LF, Azcona G, Buten L. Acceptance noise level: effects of the speech signal, babble, and listener language. *J Speech Lang Hear Res*. 2015;58(2):497-508.

Solheim J, Hickson L. Hearing aid use in the elderly as measured by datalogging and self-report. *Int J Audiol*. 2017;56(7):472-9.

Swanepoel DW, Myburgh HC, Howe DM, Mahomed F, Eikelboom RH. Smartphone hearing screening with integrated quality control and data management. *Int J Audiol*. 2014;7:1-9.

Thibodeau L. Benefits of adaptive FM systems on speech recognition in noise for listeners who use hearing aids. *Am J Audiol*. 2010;19(1):36-45.

- Thibodeau L. Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM remote microphone hearing assistance technology by listeners who use hearing aids. *Am J Audiol*. 2014;23(2):201-10.
- Timmer B. It may be mild, slight, or minimal, but it's not insignificant. *Hearing Review*. 2014;21(4):30-3.
- Timmer BH, Hickson L, Launer S. Adults with mild hearing impairment: are we meeting the challenge? *Int J Audiol*. 2015;54(11):786-95.
- Von Hapsburg D, Bahng J. Acceptance of background noise levels in bilingual (Korean-English) listeners. *J Am Acad Audiol*. 2006;17(9):649-58.
- Walravens E, Keidser G, Hartley D, Hickson L. An Australian version of the acceptable noise level test and its predictive value for successful hearing aid use in an older population. *Int J Audiol*. 2014;53(S1):S52-9.
- Wolfe J, Schafer EC, Heldner B, Mülder H, Wards E, Vincent B. Evaluation of speech recognition in noise with cochlear implants and dynamic FM. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(7):409-21.
- World Health Organization. WHO Global estimates on prevalence of hearing loss. Geneva: World Health Organization; 2012 [cited 2015 Mar. 05]. Available from: http://www.who.int/pbd/deafness/WHO_GE_HL.pdf?ua=1.
- World Health Organization. Grades of hearing impairment. Geneva: World Health Organization; 2014 [cited 2014 July 05]. Available from: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/.
- Zahorik P, Rothpletz AM. Speech, spatial, and qualities of hearing scale (SSQ): normative data from young, normal-hearing listeners. *J Acoust Soc Am*. 2014;135(4):2163-4.
- Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Cognitive load during speech perception in noise: the influence of age, hearing loss, and cognition on the pupil response. *Ear Hear*. 2011;32(4):498-510.

APÊNDICES

APÊNDICE A

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru****Departamento de Fonoaudiologia****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Vimos convidá-lo(a) a participar voluntariamente da pesquisa **“Telessaúde em Audiologia: avaliação de um aplicativo para *smartphone* como tecnologia assistiva para deficientes auditivos”** de autoria da Fga. Fabiana de Souza Pinto Azenha sob orientação da Profa. Dra. Deborah Viviane Ferrari. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a utilização de um aplicativo desenvolvido para *smartphone* (telefone celular com grande tecnologia, conhecido como telefone inteligente) para auxiliar na comunicação de adultos e idosos com deficiência auditiva. O aplicativo tem a função de favorecer a comunicação das pessoas com perda de audição, tendo seu custo abaixo do vendido no mercado.

Os procedimentos aos quais o(a) senhor(a) será submetido serão:

- (1) entrevista - perguntas sobre audição, comunicação e saúde geral – duração aproximada de 10 minutos;
- (2) avaliação da audição - fazendo os exames audiometria tonal liminar, logaudiometria e imitanciometria. A audiometria será realizada em uma cabine acústica, com fone de ouvido e será solicitado que responda (levante a mão toda vez que ouvir o estímulo). A logaudiometria é realizada por meio da repetição das palavras ouvidas. Na imitanciometria será colocada uma sonda em uma orelha e um fone na outra, sendo que não há necessidade de responder, permanecendo quieto durante a avaliação. Todos os exames não causam dor e não são invasivos – duração aproximada de 30 minutos;
- (3) avaliação do esforço auditivo – será aplicado um questionário sobre o esforço que precisa fazer para escutar. Serão perguntas diretas e a resposta será assinalada numa escala de 0 a 10 – duração aproximada de 5 minutos;
- (4) nível aceitável de ruído - aplicação de um teste apropriado para verificar o quanto de ruído é aceitável para compreender a fala. Será realizado em uma cabine acústica, com caixas de som. Será dado um texto para compreensão e será elevada a intensidade da fala até dizer que está bom para entender, posteriormente será colocada a fala na intensidade escolhida como boa e o ruído até que seja suportável para compreender a fala - duração aproximada de 15 minutos;
- (5) orientação sobre o uso do aplicativo - explicação de como mexer no equipamento – duração aproximada de 5 minutos;
- (6) aplicação de teste de percepção de fala - aplicação de um teste apropriado para verificar o desempenho com e sem os dispositivos. Será realizada em uma sala acusticamente tratada. Será apresentado fala junto com o ruído e deverá repetir a frase da forma como compreendeu. Serão 20 frases escolhidas pelo sistema do computador - duração aproximada de 10 minutos;
- (7) opinião quanto ao dispositivo – será realizada uma entrevista para verificar o desempenho e opinião do uso do dispositivo, facilidade de manuseio, qualidade sonora, vantagens e desvantagens – duração aproximada de 5 minutos.

Toda a avaliação será realizada na Clínica de Fonoaudiologia. Nenhum dos procedimentos aqui citados oferecem riscos para o(a) senhor(a). Todas as informações são CONFIDENCIAIS, podendo ser publicadas apenas para fins científicos, portanto, sem a sua identificação, como nome e endereço. O(a) senhor(a) receberá uma via deste documento, devidamente rubricada e assinada pelo pesquisador. Haverá a garantia de ressarcimento e cobertura de eventuais despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes. É garantido o direito de indenização diante de eventuais danos decorrentes desta pesquisa. Em caso de alteração da avaliação audiológica, embora não seja elegível para participação no estudo, o(a) senhor(a) será devidamente matriculado na Clínica de Fonoaudiologia da FOB-USP, após autorização do Departamento Regional de Saúde, para garantir seu tratamento.

Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

Departamento de Fonoaudiologia

A sua participação no estudo é inteiramente voluntária. A não aceitação em participar do estudo, sem a necessidade de expor as razões, assim como a desistência da participação a qualquer momento, não ocasionará nenhum tipo de prejuízo.

Caso o(a) senhor(a) queira apresentar denúncias e/ou reclamações em relação a sua participação na pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, da FOB-USP, pelo endereço: Alameda Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Vila Universitária ou pelo telefone (14) 3235-8356, e-mail: cep@fob.usp.br. Para esclarecimentos de dúvidas a respeito de sua participação na pesquisa poderá entrar em contato com o pesquisador por meio do endereço: Alameda Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Vila Universitária ou pelo telefone (14) 3235-8470, e-mail: fabiana.souzap@usp.br.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a)

portador da cédula de identidade _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo). Por fim, como pesquisador(a) responsável pela pesquisa, comprometo-me a cumprir todas as exigências contidas no item IV.3 e IV.4 (se pertinente) da resolução do CNS/MS n. 466 de dezembro de 2012, publicada em 13 de junho de 2013.

Por estarmos de acordo com o presente termo o firmamos em duas vias (uma via para o sujeito da pesquisa e outra para o pesquisador) que serão rubricadas em todas as suas páginas e assinadas ao seu término.

Bauru-SP, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Sujeito da Pesquisa

Assinatura do Autor

APÊNDICE B

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru****Departamento de Fonoaudiologia****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Vimos convidá-lo(a) a participar voluntariamente da pesquisa **“Telessaúde em Audiologia: avaliação de um aplicativo para *smartphone* como tecnologia assistiva para deficientes auditivos”** de autoria da Fga. Fabiana de Souza Pinto Azenha sob orientação da Profa. Dra. Deborah Viviane Ferrari. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a utilização de um aplicativo desenvolvido para *smartphone* (telefone celular com grande tecnologia, conhecido como telefone inteligente) para auxiliar na comunicação de adultos e idosos com deficiência auditiva. O aplicativo tem a função de favorecer a comunicação das pessoas com perda de audição, tendo seu custo abaixo do vendido no mercado.

Os procedimentos aos quais o(a) senhor(a) será submetido serão:

- (1) entrevista - pergunta sobre audição, comunicação, saúde geral. Questionamentos sobre o uso do aparelho de audição, benefício, dúvidas e dificuldades e aplicação de um questionário – duração aproximada de 15 minutos;
- (2) verificação do aparelho de audição - será realizado um exame para verificar o funcionamento e a amplificação, e se há necessidade de algum ajuste para melhor a adaptação – duração aproximada de 15 minutos;
- (3) avaliação do esforço auditivo – será aplicado um questionário sobre o esforço que precisa fazer para escutar. Serão perguntas diretas e a resposta será assinalada numa escala de 0 a 10 – duração aproximada de 5 minutos;
- (4) nível aceitável de ruído - aplicação de um teste apropriado para verificar o quanto de ruído é aceitável para compreender a fala. Será realizado em uma cabine acústica, com caixas de som, com e sem o aparelho auditivo. Será dado um texto para compreensão e será elevada a intensidade até dizer que está bom para entender, posteriormente será colocada a fala na intensidade escolhida como boa e o ruído até que não seja mais possível compreender - duração aproximada de 15 minutos;
- (5) orientação sobre o uso do aplicativo - explicação de como mexer no equipamento – duração aproximada de 5 minutos;
- (6) aplicação de teste de percepção de fala - aplicação de um teste apropriado para verificar o desempenho com e sem os dispositivos. Será realizada em uma sala acusticamente tratada. Será apresentada fala junto com o ruído e deverá repetir a frase da forma como compreendeu. Serão 20 frases escolhidas pelo sistema do computador - duração aproximada de 10 minutos;
- (7) opinião quanto ao dispositivo – será realizada uma entrevista para verificar o desempenho e opinião do uso do dispositivo, facilidade de manuseio, qualidade sonora, vantagens e desvantagens – duração aproximada de 5 minutos.

O dispositivo não será doado aos sujeitos de pesquisa, o teste será realizado apenas no atendimento. Todos os procedimentos serão realizados por um profissional especialista. Toda a avaliação será realizada na Clínica de Fonoaudiologia. Nenhum dos procedimentos aqui citados oferecem riscos para o(a) senhor(a). Todas as informações são CONFIDENCIAIS, podendo ser publicadas apenas para fins científicos, portanto, sem a sua identificação, como nome e endereço. O(a) senhor(a) receberá uma via deste documento, devidamente rubricada e assinada pelo pesquisador. Haverá a garantia de ressarcimento e cobertura de eventuais despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes. É garantido o direito de indenização diante de eventuais danos decorrentes desta pesquisa.

Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

Departamento de Fonoaudiologia

A sua participação no estudo é inteiramente voluntária. A não aceitação em participar do estudo, sem a necessidade de expor as razões, assim como a desistência da participação a qualquer momento, não ocasionará nenhum tipo de prejuízo.

Caso o(a) senhor(a) queira apresentar denúncias e/ou reclamações em relação a sua participação na pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, da FOB-USP, pelo endereço: Alameda Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Vila Universitária ou pelo telefone (14) 3235-8356, e-mail: cep@fob.usp.br. Para esclarecimentos de dúvidas a respeito de sua participação na pesquisa poderá entrar em contato com o pesquisador por meio do endereço: Alameda Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Vila Universitária ou pelo telefone (14) 3235-8470, e-mail: fabiana.souzap@usp.br.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a)

portador da cédula de identidade _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo). Por fim, como pesquisador(a) responsável pela pesquisa, comprometo-me a cumprir todas as exigências contidas no item IV.3 e IV.4 (se pertinente) da resolução do CNS/MS n. 466 de dezembro de 2012, publicada em 13 de junho de 2013.

Por estarmos de acordo com o presente termo o firmamos em duas vias (uma via para o sujeito da pesquisa e outra para o pesquisador) que serão rubricadas em todas as suas páginas e assinadas ao seu término.

Bauru-SP, ____ de _____ de ____.

Assinatura do Sujeito da Pesquisa

Assinatura do Autor

ANEXOS

ANEXO A

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Telessaúde em Audiologia: avaliação de um aplicativo para smartphone como tecnologia assistiva para deficientes auditivos

Pesquisador: Fabiana de Souza Pinto Azenha

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 49810415.7.0000.5417

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Bauru

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.526.612

Apresentação do Projeto:

Idem ao parecer nº 1.455.215, de 17 de Março de 2016.

Objetivo da Pesquisa:

Idem ao parecer nº 1.455.215, de 17 de Março de 2016.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Idem ao parecer nº 1.455.215, de 17 de Março de 2016.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Idem ao parecer nº 1.455.215, de 17 de Março de 2016.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Idem ao parecer nº 1.455.215, de 17 de Março de 2016.

Recomendações:

-

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3235-8356

Fax: (14)3235-8356

E-mail: cep@fob.usp.br

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU- USP

Continuação do Parecer: 1.526.612

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisadora atendeu às solicitações emitidas no parecer nº 1.455.215, de 17 de Março de 2016, encaminhando-as na forma de EMENDA.

Desta forma sugiro a aprovação do projeto de pesquisa para seu início, ressaltando que após o seu término, um relatório final deverá ser enviado a este CEP, para análise.

Considerações Finais a critério do CEP:

Esse projeto foi considerado APROVADO ad referendum deste CEP, com base nas normas éticas da Resolução CNS 466/12. Ao término da pesquisa o CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final. Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados, se pertinentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_683741E1.pdf	24/03/2016 09:17:11		Aceito
Outros	Oficio_de_correcoes_CEPversao3.pdf	05/03/2016 11:12:21	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Brochura Pesquisa	FabianaAzenha_ProjetoV3Correcoes_CEP.pdf	05/03/2016 11:05:45	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Outros	Oficio_de_correcoesCEPversao2.pdf	17/12/2015 21:29:01	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	FabianaAzenha_ProjetoV2Correcoes_CEP.pdf	17/12/2015 21:27:33	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigidoV2_FabianaAzenha_G2.pdf	17/12/2015 21:26:10	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigidoV2_FabianaAzenha_G1.pdf	17/12/2015 21:25:52	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
 Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901
 UF: SP Município: BAURU
 Telefone: (14)3235-8356 Fax: (14)3235-8356 E-mail: cep@fob.usp.br

**FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP**

Continuação do Parecer: 1.526.612

Outros	OficiocorrecoesCEP_FabianaAzenha.pdf	19/11/2015 17:36:18	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	FabianaAzenha_ProjetoCorrecoes_CEP.pdf	19/11/2015 17:32:57	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido_FabianaAzenha_G2.pdf	19/11/2015 17:30:56	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido_FabianaAzenha_G1.pdf	19/11/2015 17:30:45	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	FabianaAzenha_ProjetoCEP.pdf	30/09/2015 20:11:49	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Outros	QuestionarioTecnico_FabianaAzenha.pdf	30/09/2015 11:48:20	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Outros	DeclaracaoCompromisso_FabianaAzenha.pdf	29/09/2015 21:36:34	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Outros	Termoaquiescencia_FabianaAzenha.pdf	29/09/2015 21:34:46	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_FabianaAzenha.pdf	29/09/2015 21:09:15	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreEsclarecido grupo2.pdf	15/09/2015 22:13:05	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreEsclarecido grupo1.pdf	15/09/2015 22:12:46	Fabiana de Souza Pinto Azenha	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 03 de Maio de 2016

Assinado por:
Izabel Regina Fischer Rubira Bullen
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8356 **Fax:** (14)3235-8356 **E-mail:** cep@fob.usp.br

ANEXO B

Texto gravado para fala português do teste ANL. Trecho extraído do livro “Dom Casmurro”, de autoria do escritor brasileiro Machado de Assis (1899, p. 1):

Uma noite destas, vindo da cidade para o Engenho Novo, encontrei no trem da Central um rapaz aqui do bairro, que eu conheço de vista e de chapéu. Cumprimentou-me, sentou-se ao pé de mim, falou da Lua e dos ministros, e acabou recitando-me versos. A viagem era curta, e os versos pode ser que não fossem inteiramente maus. Sucedeu, porém, que, como eu estava cansado, fechei os olhos três ou quatro vezes; tanto bastou para que ele interrompesse a leitura e metesse os versos no bolso. — Continue, disse eu acordando. — Já acabei, murmurou ele. — São muito bonitos. Vi-lhe fazer um gesto para tirá-los outra vez do bolso, mas não passou do gesto; estava amuado. No dia seguinte entrou a dizer de mim nomes feios, e acabou alcunhando-me Dom Casmurro. Os vizinhos, que não gostam dos meus hábitos reclusos e calados, deram curso à alcunha, que afinal pegou. Nem por isso me zanguei. Contei a anedota aos amigos da cidade, e eles, por graça, chamam-me assim, alguns em bilhetes: “Dom Casmurro, domingo vou jantar com você”. — “Vou para Petrópolis, Dom Casmurro; a casa é a mesma da Renânia; vê se deixas essa caverna do Engenho Novo, e vai lá passar uns quinze dias comigo”. — “Meu caro Dom Casmurro, não cuide que o dispenso do teatro amanhã; venha e dormirá aqui na cidade; dou-lhe camarote, dou-lhe chá, dou-lhe cama; só não lhe dou moça”. Não consulte dicionários. Casmurro não está aqui no sentido que eles lhe dão, mas no que lhe pôs o vulgo de homem calado e metido consigo. Dom veio por ironia, para atribuir-me fumos de fidalgo. Tudo por estar cochilando! Também não achei melhor título para a minha narração; se não tiver outro daqui até ao fim do livro, vai este mesmo. O meu poeta do trem ficará sabendo/ que não lhe guardo rancor. E com pequeno esforço, sendo o título seu, poderá cuidar que a obra é sua. Há livros que apenas terão isso dos seus autores; alguns nem tanto.

ANEXO C

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU CLÍNICA DE FONOAUDIOLOGIA

FORMULÁRIO DE SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DE
APARELHOS DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL
PORTARIA SAS/MS Nº 587, DE 07/10/2004

IOI – HA

Cox RM, Stephens D, Kramer SE. Translations of the international outcome inventory for hearing aids (IOI -HA). Int. J. Audiol. 2002;41:3-26.

Nome: _____ Nº Prontuário: _____

Data: __/__/__

- Pense no tempo em que usou o(s) seu(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual(is) nas últimas duas semanas. Durante quantas horas usou o(s) aparelho de amplificação sonora individual(is) num dia normal?

☐ não usou	☐ menos que 1h/dia	☐ entre 1 e 4h/dia	☐ entre 4 e 8h/dia	☐ mais que 8h/dia
-----------------------------------	--	---	--	---
- Pense em que situação gostaria de ouvir melhor, antes de obter o(s) seu(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual (is). Nas últimas duas semanas, como o(s) aparelho (s) de amplificação sonora individual (is) o/a ajudou (ou ajudaram) nessa mesma situação?

☐ não ajudou (não ajudaram) nada	☐ ajudou (ajudaram) pouco	☐ ajudou (ajudaram) moderadamente	☐ ajudou (ajudaram) bastante	☐ ajudou (ajudaram) muito
---	---	--	---	--
- Pense novamente na mesma situação em que gostaria de ouvir melhor, antes de obter o(s) seu(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual (is). Que grau de dificuldade AINDA encontra nessa mesma situação usando o(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual (is)?

☐ muita dificuldade	☐ bastante dificuldade	☐ dificuldade moderada	☐ pouca dificuldade	☐ nenhuma dificuldade
---	--	--	---	---
- Considerando tudo, acha que vale a pena usar o(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual (is)?

☐ não vale a pena	☐ vale pouco a pena	☐ vale moderadamente a pena	☐ vale bastante a pena	☐ vale muito a pena
--	---	--	--	---
- Pense nas últimas duas semanas, usando o(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual (is). Quanto os seus problemas de ouvir o/a afetaram nas suas atividades?

☐ afetaram muito	☐ afetaram bastante	☐ afetaram moderadamente	☐ afetaram pouco	☐ não afetaram
--	---	--	--	---------------------------------------
- Pense nas últimas duas semanas, usando o(s) aparelho(s) amplificação sonora individual (is). Quanto os seus problemas de ouvir afetaram ou aborreceram outras pessoas?

☐ afetaram muito	☐ afetaram bastante	☐ afetaram moderadamente	☐ afetaram pouco	☐ não afetaram
--	---	--	--	---------------------------------------
- Considerando tudo, como acha que o(s) seu(s) aparelho(s) de amplificação sonora individual (is) mudou (ou mudaram) a sua alegria de viver ou gozo na vida?

☐ para pior ou menos alegria de viver	☐ não houve alteração	☐ um pouco mais alegria de viver	☐ bastante alegria de viver	☐ muito mais alegria de viver
--	---	--	---	---

ANEXO D

Esforço Auditivo

Marque a numeração que mais acreditar ser compatível com sua realidade:

“Você tem que se concentrar muito quando está escutando alguém ou alguma coisa?”

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precisa se concentrar muito										Não precisa se concentrar

“Você tem que se esforçar muito para ouvir o que está sendo dito em uma conversa?”

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muito esforço										Nenhum esforço

“Você consegue ignorar facilmente outros sons ao tentar escutar alguma coisa?”

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Difícil ignorar										Fácil ignorar

Fonte: GONSALEZ; ALMEIDA, 2015.