

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP

KELLY CRISTINA DE SOUZA FERNANDES

**MASCARAMENTO CLÍNICO: LIMIARES AUDITIVOS PELOS
MÉTODOS PLATÔ E OTIMIZADO**

MESTRADO EM FONOAUDIOLOGIA

SÃO PAULO

2007

Kelly Cristina de Souza Fernandes

**Mascaramento clínico: limiares auditivos pelos
métodos Platô e Otimizado**

Dissertação apresentada ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Fonoaudiologia, sob orientação da Profa. Dra. Iêda Chaves Pacheco Russo.

Salvador – 2007

Banca examinadora:

“... Um tempo em que aprendi a transformar o medo em respeito, o respeito em confiança. Descobri como é bom chegar quando se tem paciência. E para chegar, onde quer que seja, aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada, querer.”

Amyr Klink

AGRADECIMENTOS

À Deus: pela proteção e presença constante, me dando força para realizar um sonho e alcançar mais uma vitória.

Aos meus pais: que me apoiaram em todos os momentos, me incentivaram e se doaram inteiros, renunciando aos seus sonhos para que, muitas vezes, eu pudesse alcançar meus objetivos.

À Profa. Dra. Iêda Chaves Pacheco Russo: pela orientação desta dissertação, paciência e amizade.

Às Profas. Dras. Teresa Maria Momensohn dos Santos, Renata M.M. Carvalho, Carla M. César Affonso Padovani e Sílvia Ferrite: pelas sugestões e observações, pelo incentivo e respeito.

À Normélia Quinto dos Santos, Ana Cristina Pitanga e Telma Ferraz: pelo incentivo e autorização para a realização do estudo no CEPRED. Pela paciência e disponibilidade em me escutar nos momentos que precisei.

A Robert Turner, Ph.D.: pela gentileza e disponibilidade para esclarecer as dúvidas que surgiram no decorrer do estudo.

Às minhas amigas Alice Genro, Carina Pereira e Ingrid Fonteles: que ouviram minhas alegrias, tristezas e muitas reclamações.

Aos meus familiares: que torceram por mim e pediram a Deus que me conduzisse.

Aos meus alunos: que me impulsionaram em busca de novos conhecimentos e estratégias de ensino.

Aos meus amigos do mestrado: pela amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	X
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Objetivos.....	07
2. REVISÃO DE LITERATURA	08
2.1. Conceitos e aplicação do mascaramento	09
2.2. Ruídos mascarantes	23
2.3. Quando mascarar	27
2.4. Como mascarar	31
3. MÉTODO	49
3.1. Casuística	49
3.2. Considerações éticas.....	51
3.3. Local	51
3.4. Procedimentos	51
3.5. Critérios de análise dos resultados	58
4. RESULTADOS	60
5. DISCUSSÃO	71
6. CONCLUSÃO	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
APÊNDICE	88
ANEXOS	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da população de estudo, segundo a idade e o sexo dos sujeitos.....	60
Tabela 2. Distribuição dos sujeitos de acordo com os modelos de classificação de Turner (2004)	61
Tabela 3. Distribuição do número de limiars re-testados com o uso de mascaramento por via aérea e via óssea, de acordo com os modelos selecionados de Turner (2004)	62
Tabela 4. Mínimo, máximo, média e desvio-padrão das diferenças entre os métodos (via aérea)	63
Tabela 5. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado para os modelos unilateral, bilateral e simétrico (via aérea).....	63
Tabela 6. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo unilateral (via aérea).....	63
Tabela 7. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo bilateral (via aérea).....	64

Tabela 8. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo simétrico (via aérea).....	64
Tabela 9. Mínimo, máximo, média e desvio-padrão das diferenças entre os métodos (via óssea).....	65
Tabela 10. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado para os modelos unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo (via óssea).....	65
Tabela 11. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo unilateral (via óssea).....	65
Tabela 12. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo bilateral (via óssea)	66
Tabela 13. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo simétrico (via óssea).....	66
Tabela 14. Diferença entre os métodos Platô e Otimizado no modelo somente-ósseo (via óssea)	66
Tabela 15. Mínimo, máximo, média e desvio-padrão dos incrementos, de acordo com o modelo e o método (via aérea).....	68

Tabela 16. Mínimo, máximo, média e desvio-padrão dos incrementos, de acordo com o modelo e o método (via óssea)69

Tabela 17. Média e desvio-padrão dos limiares de audibilidade (via aérea)88

Tabela 18. Média e desvio-padrão por frequência e intensidade da efetividade do ruído mascarante (via aérea)90

LISTA DE ABREVIATURAS

AI: Atenuação interaural

ANSI: *American National Standards Institute*

dB: Decibel

Hz: Hertz

IPRF: Índice Percentual de Reconhecimento de Fala

LDF: Limiar de Detectabilidade de Fala

LRF: Limiar de Reconhecimento de Fala

NA: Nível de Audição

NB: *Narrow Band*

NPS: Nível de Pressão Sonora

ONT: Orelha Não-Testada

OT: Orelha Testada

SN: *Speech Noise*

UCL: *Uncomfortable Listening Level*

VA: Via Aérea

VO: Via Óssea

WN: *White Noise*

RESUMO

INTRODUÇÃO: Na realização da audiometria tonal, determinadas situações dificultam a obtenção dos limiares para cada orelha separadamente, havendo a necessidade de utilização do mascaramento. O Método Platô, desenvolvido por Hood (1960), vem sendo o mais utilizado há mais de quatro décadas. Contudo, em 2004, Turner sugeriu um protocolo de mascaramento no qual um diferente método, denominado Método Otimizado, poderia substituí-lo de forma eficaz em casos específicos. **OBJETIVO:** Verificar se há diferença entre os limiares auditivos obtidos, por via aérea e via óssea, utilizando-se dois métodos de mascaramento clínico: o Método Platô e o Otimizado. **MÉTODO:** Participaram deste estudo 40 indivíduos, com idades entre 15 e 65 anos, que apresentavam perda auditiva unilateral ou bilateral, considerando os modelos unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo, propostos pela classificação de Turner (2004). Foram realizados os procedimentos de audiometria tonal liminar por via aérea e óssea, para ambas orelhas, sem e com a utilização dos dois métodos de mascaramento. **RESULTADOS:** Não houve diferença estatisticamente significativa entre os limiares auditivos obtidos com os dois métodos de mascaramento por via aérea e via óssea considerando-se os modelos unilateral e bilateral. No entanto, houve diferença de 6,1% dos resultados para o re-teste dos limiares por via aérea e de 15,1% para o re-teste por via óssea, considerando o modelo simétrico e de 12,8% para o re-teste de via óssea, considerando o modelo somente-ósseo. **CONCLUSÃO:** O Método Platô pode ser utilizado para todos os modelos e o Otimizado é mais eficaz para os modelos unilateral e bilateral, não sendo indicado para o modelo simétrico. Diante disso, ambos métodos de mascaramento apresentaram vantagens e desvantagens, sugerindo que o audiologista tenha conhecimento destas para que proceda a seleção do método de forma consciente.

Palavras chave: Audição, Mascaramento, Audiometria, Método, Platô e Otimizado.

Abstract

INTRODUCTION: Many situations may difficult the obtaining of thresholds for each ear, separately, in pure tone audiometry, demanding the use of masking. The plateau method, developed by Hood (1960) has being the most utilized for more than four decades. Nevertheless, Turner (2004) has suggested a masking protocol with a different method, called optimized, which could replace the previous one with efficacy in specific cases. **PURPOSE:** To verify if there is a difference among air and bone conduction hearing thresholds, using the two clinical masking methods: plateau and optimized. **METHOD:** Forty individuals aged from 15 to 65 years old, with either unilateral or bilateral hearing losses, considering unilateral, bilateral, symmetrical and just bone, proposed by Turner's classification, have participated of this study. They underwent air and bone conduction pure tone audiometry for both ears, without and with the use of the two masking methods. **RESULTS:** There was a 6.1% difference between the results for the air conduction threshold retest and a 15.1 % for the bone conduction threshold retest, taking into consideration the symmetrical model and a 12.8% for the bone conduction retest, considering the just bone model. There was no statistically significant difference between the air and bone conduction hearing thresholds with the two masking methods, considering unilateral and bilateral models. **CONCLUSION:** The plateau method can be utilized for all models and the optimized one is the most efficient for unilateral and bilateral models, having no indication for the symmetrical model. Therefore, both masking methods have presented advantages and disadvantages, implying that the audiologist must have knowledge of them in order to choose correctly the masking method to be used.

Key words: Hearing, Masking, Pure tone audiometry, Plateau and Optimized Methods.

1. INTRODUÇÃO

É importante visualizar o crescimento e o desenvolvimento da Audiologia, nas últimas décadas, principalmente em relação aos avanços tecnológicos, que têm como finalidade aprimorar equipamentos e procedimentos, tornando-se fundamentais para auxiliar o diagnóstico e a reabilitação da pessoa com deficiência auditiva.

Embora alguns procedimentos mais objetivos, como as avaliações eletroacústicas e eletrofisiológicas, sejam utilizados como parte integrante da bateria de testes audiológicos, a audiometria tonal liminar ainda é considerada um procedimento fundamental para a determinação e quantificação de possíveis perdas auditivas.

É surpreendente notar que a audiometria não existia até o final do século XIX e que, embora experimentos tenham sido feitos, somente por volta de 1922, Fowler e Wegel apresentaram o primeiro audiômetro à válvula, comercialmente disponível nos Estados Unidos, ano em que faleceu o inventor do audiômetro, Alexander Graham Bell (Wilber, 2001; Robinette, 1999).

Segundo Wilber (2001), a audiometria tonal é imprescindível para a obtenção do limiar de audibilidade, sendo este definido como o menor nível de intensidade no qual o indivíduo responde pelo menos 50% das apresentações de um estímulo sonoro específico.

Em algumas situações, durante a realização dos testes audiométricos, torna-se difícil a obtenção destes limiares para cada orelha separadamente, havendo a necessidade de utilização de um procedimento denominado mascaramento.

Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2005) definiram o mascaramento como sendo uma diminuição da percepção de um som pela introdução de um ruído, para evitar a ocorrência de audição contralateral, possibilitando assim, a obtenção dos limiares auditivos de cada orelha de forma independente.

Portanto, a aplicação do mascaramento em Audiologia é essencial; no entanto, o mascaramento é ainda um assunto debatido e controvertido, sendo necessário, principalmente aos profissionais menos experientes, um processo contínuo de aprendizagem para a utilização deste procedimento de maneira correta, em sua prática clínica.

Martin *et al.* (1998) demonstraram em uma investigação sobre a prática audiológica, que muitos audiologistas continuam a usar procedimentos de mascaramento inadequados.

Goldstein e Newman (1994) observaram que o mascaramento é um fenômeno complexo e um tanto variável, podendo os audiologistas apresentar dificuldades em decidir o mascaramento apropriado e interpretar os resultados da avaliação audiométrica, corretamente.

Conforme Sanders e Hall III (2001), a importância do mascaramento adequado e preciso na audiometria não pode ser subestimada. Sem o mascaramento adequado, os resultados do teste podem indicar uma perda auditiva condutiva de grau moderado, em uma orelha com perda auditiva neurossensorial de grau profundo ou um bom reconhecimento de fala em uma orelha com grande alteração neste, entre outros.

É fundamental, portanto, que o examinador domine as técnicas de mascaramento, a fim de obter resultados mais fidedignos durante a avaliação audiométrica.

Contudo, é possível evidenciarmos a escassez de estudos sobre o tema nas últimas décadas, principalmente no âmbito nacional, o que torna ainda mais difícil o conhecimento aprofundado deste assunto.

Reverendo a literatura é possível constatar que o maior número de artigos sobre o tema “mascaramento” foi descrito por autores norte-americanos, nas décadas de 40 a 80, tornando-se mais escassos com o passar dos anos. E, com o advento das avaliações eletroacústicas e eletrofisiológicas, os estudos envolvendo a avaliação audiológica básica vêm se extinguindo ainda mais.

Talvez não fosse necessária a busca de maiores conhecimentos para este procedimento específico, se todos os aspectos relacionados já tivessem sido

explorados e se esta dificuldade por parte de alguns, sejam estudantes ou profissionais, em utilizar o mascaramento não fosse observada.

Apesar de nossas experiências se direcionarem à práticas semelhantes, alguns métodos de mascaramento já propostos estão ausentes na clínica e no ensino, como procedimentos formais e validados.

Diversos autores, como: Lidén *et al.* (1959), Winchester (1966), Martin (1974), Studebaker (1979; 1964 e 1962), Konkle e Berry (1983), Redondo e Lopes Filho (1994), têm defendido o uso de fórmulas para o cálculo do mascaramento; porém, ainda observamos que o Método do Platô, desenvolvido por Hood (1960), vem sendo o mais utilizado na prática audiométrica, há mais de quatro décadas.

O Método Platô, proposto por Hood em 1960, foi descrito com o objetivo de melhor estabelecer procedimentos para a confirmação de limiares auditivos por via óssea e, no decorrer dos anos, tem sido estudado e modificado por alguns estudiosos, como Goldstein (1985) e Beedle (1971).

Embora este método seja o mais utilizado por um número expressivo de audiologistas, é considerado por alguns profissionais e estudiosos como sendo um método demorado e de difícil aplicação (Martin *et al.*, 1998; Turner, 2004).

Devido à demora na aplicação do Método Platô, Turner (2004) propôs o Método Otimizado, que utiliza uma técnica de mascaramento similar à do Platô,

porém mais rápida e de fácil aplicação. Para isto, o Método Otimizado tem como parâmetro os limiares de via aérea da orelha testada, para o cálculo do nível inicial de mascaramento, enquanto que o Método Platô tem como parâmetro os limiares de via aérea da orelha não-testada.

Turner (2004) sugeriu um protocolo de mascaramento no qual o Método Otimizado poderia substituir o Método Platô em algumas situações. Combinados, um protocolo poderia ser estabelecido e utilizado para definir o melhor método para aplicação nas diversas situações nas quais houvesse a necessidade do mascaramento. Desta forma, o autor definiu quatro “modelos”, tendo como parâmetro a configuração audiométrica obtida sem uso do mascaramento, classificados como: unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo. Os dois primeiros modelos seriam os mais indicados para a aplicação do Método Otimizado.

Analisando estes dois métodos, é imprescindível a comparação destes e a verificação dos limiares auditivos obtidos após a aplicação do mascaramento.

A hipótese é de que não há diferença significativa entre os limiares auditivos reais obtidos, com o emprego dos dois métodos de mascaramento: o Método Platô e o Método Otimizado.

Deve-se ressaltar que, para este estudo, o Método Platô será considerado verdadeiro e direcionará a análise dos limiares auditivos, visto que é o método de mascaramento mais difundido e utilizado na Audiologia Clínica.

Sendo assim, este projeto justifica-se pela necessidade de ampliarmos os estudos nesta área, na tentativa de fornecer discussões sobre o assunto e ampliar o conhecimento, além de encontrarmos soluções e métodos mais fáceis para a realização do mascaramento, facilitando o aprendizado e sua aplicação clínica, visando assim, a diminuição de resultados errôneos durante a avaliação audiológica.

1.1. Objetivo geral:

Verificar se há diferença entre os limiares auditivos obtidos, utilizando-se dois métodos de mascaramento clínico: o Método Platô e o Método Otimizado.

1.2. Objetivos específicos:

1- Comparar os limiares auditivos obtidos com a utilização dos dois métodos de mascaramento;

2- Analisar os resultados de acordo com os modelos definidos por Turner (2004);

3- Verificar o número de incrementos (níveis de mascaramento) necessários para a obtenção do limiar auditivo, para cada método (Platô e Otimizado), considerando os casos com resultados similares para os diferentes métodos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, será apresentada a literatura que aborda o tema deste estudo e que fornecerá subsídios necessários para a sua fundamentação teórica.

A apresentação da literatura será dividida em quatro partes, a saber:

Parte 2.1 - Conceitos e aplicação do mascaramento.

Parte 2.2 - Ruídos mascarantes.

Parte 2.3 - Quando mascarar.

Parte 2.4 - Como mascarar.

2.1. Conceitos e aplicação do mascaramento

De acordo com Goldstein e Newman (1999), o mascaramento pode ser aplicado de forma ipsilateral e contralateral, conforme definidos abaixo.

- **Mascaramento ipsilateral:** apresentação conjunta do estímulo e do ruído mascarador na mesma orelha, sendo utilizada para a realização da calibração do ruído mascarador, ou calibração biológica, que determina a efetividade do ruído mascarante, ou seja, determina a magnitude da mudança do limiar que é produzida por um determinado ruído mascarador. Esta mudança depende da relação intensidade/faixa de frequências do estímulo em teste e do ruído mascarador.

De acordo com Sanders e Rintelmann (1964), esta abordagem propõe a mistura do tom de teste com o ruído mascarante, no mesmo fone de ouvido, sendo o tom de teste apresentado em três níveis de intensidade (50, 70 e 90 dB NPS) para dez indivíduos com audição normal, para cada frequência específica. A partir disso, um nível médio de mascaramento efetivo seria determinado.

Redondo e Lopes Filho (2005) utilizaram a apresentação de um tom puro de 30 dB NA a um indivíduo com audição normal, sendo introduzido o ruído mascarante na mesma orelha, até o ponto em que o tom puro não fosse mais percebido. Segundo os autores, o que caracteriza um mascaramento efetivo é a

existência de uma exata relação entre o nível de ruído e o limiar mascarado, ou seja, 30 dB de ruído mascaram 30 dB de tom puro.

Deve-se ressaltar que a análise da efetividade do ruído é realizada somente por via aérea e não por via óssea (Sanders e Hall III, 2001).

Os mesmos procedimentos poderiam ser utilizados em relação à calibração dos ruídos mascarantes empregados nos testes de fala, utilizando-se audiômetro de um ou de dois canais, desde que permita a introdução do tom de teste e do ruído de forma ipsilateral.

Vale lembrar que a calibração biológica deve ser realizada em complementação à calibração eletroacústica, que é realizada por meio de implementação de fórmulas e análises computadorizadas e é a única que permite a calibração precisa dos sinais de bandas larga e estreita. Esta requer equipamento eletroacústico para determinar o nível de pressão sonora, as respostas em frequência do fone e o número de ciclos presentes em geradores de banda larga e estreita, sendo um procedimento obrigatório, realizado por técnico especializado ou pelo próprio fabricante do equipamento (Almeida, Russo e Momensohn-Santos, 2001; Wilber, 1999).

- **Mascaramento contralateral ou mascaramento periférico:** apresentação do estímulo de teste (tom puro ou fala) em uma orelha e do ruído mascarador, na orelha oposta.

O *American National Standards Institute* (ANSI S 3.6-1989) definiu o mascaramento como sendo: a) o processo pelo qual o limiar de audibilidade para um som é elevado pela presença de outro som (ruído mascarante) e b) a quantidade pela qual o limiar de audibilidade para um som é elevado pela presença de outro som.

Na prática clínica, é utilizado para elevar o limiar da orelha não-testada, a fim de que esta não interfira nas respostas da orelha sob teste (Goldstein e Newman, 1999).

Deve-se ressaltar que a orelha não-testada (ONT) é a que recebe o mascaramento, ou seja, a orelha mascarada, e a orelha testada (OT) é a orelha para qual o sinal de teste (tom puro ou fala) está sendo direcionado, no momento da avaliação.

De acordo com Sanders e Hall III (2001), esta interferência da orelha não-testada é decorrente do fenômeno de lateralização, que ocorre se a intensidade do estímulo de teste for elevada a ponto de ser transmitida através do crânio e percebida na ONT, dificultando assim, a obtenção do limiar da OT.

Chaiklin (1967), Goldstein e Newman (1999); Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001) também denominaram lateralização à audição cruzada ou audição contralateral.

De acordo com os autores, no momento da lateralização do som, ocorre um decréscimo em decibels, na intensidade do sinal acústico, ou seja, uma redução de energia acústica, sendo esta denominada atenuação interaural.

Em decorrência da audição contralateral e da atenuação interaural, podemos obter uma “curva sombra”, que seria uma curva audiométrica na pior orelha com a mesma configuração da orelha oposta, mas com diferença de limiares entre elas, sendo os limiares obtidos para a pior orelha (orelha testada) melhores do que os limiares “verdadeiros” (Goldstein e Newman, 1999).

Podemos, portanto, afirmar que a aplicação do mascaramento é um procedimento de grande importância para evitar a ocorrência de audição contralateral, possibilitando, assim, a obtenção dos limiares auditivos de cada orelha de forma independente, sendo necessária sua utilização sempre que houver a possibilidade de lateralização do estímulo de teste.

Deve-se ressaltar que, neste estudo, o mascaramento clínico referido é o mascaramento contralateral e, no lugar de mascaramento ipsilateral, será utilizado o termo calibração biológica.

- Mascaramento efetivo

O mascaramento efetivo é o nível de ruído que produz a maior mudança no limiar auditivo, com a menor intensidade total (Denes e Naunton, 1952).

Conforme a norma ANSI S3.6-1989, o mascaramento efetivo pode ser definido como o nível no qual o limiar tonal é alterado por um determinado ruído, cuja frequência central é a mesma que a do tom em teste.

De acordo com Sanders e Hall III (2001), a efetividade de um ruído não depende somente da sua intensidade, mas também da sua natureza.

Existem métodos de verificação da efetividade do ruído mascarante, sendo a calibração eletroacústica e a biológica os métodos mais utilizados (Goldstein e Newman, 1999; Sanders e Hall III, 2001).

- Mascaramento mínimo

Lídén *et al.* (1959) descreveram o nível mínimo de mascaramento efetivo, como sendo a menor intensidade requerida para provocar a mudança necessária

do limiar, e sugeriram para a avaliação da via aérea a seguinte fórmula: $M_{\text{mín}} = VA_{\text{OT}} - 40 + (VA_{\text{ONT}} - VO_{\text{ONT}})$, isto é, o nível de mascaramento mínimo é igual ao limiar de via aérea da orelha testada, menos o fator de atenuação de 40 dB, mais a diferença entre os limiares de via aérea e via óssea da orelha mascarada. Para a avaliação da via óssea foi proposto: $M_{\text{mín}} = VO_{\text{OT}} + (VA_{\text{ONT}} - VO_{\text{ONT}})$, sendo: o mascaramento mínimo igual ao limiar da via óssea na orelha testada mais a diferença entre os limiares das vias aérea e óssea da orelha mascarada.

Em 1974, Martin sugeriu que, para se estabelecer o “nível inicial de mascaramento” ou “mascaramento mínimo”, é necessário somente apresentar à ONT um nível de mascaramento efetivo, igual ao limiar de condução aérea desta orelha, sendo aconselhável adicionar a este valor aproximadamente 10 dB de ruído, após a calibração para levar em conta a variabilidade inter sujeitos. Este valor de 10 dB seria considerado um fator de “segurança”, valor este relacionado à “efetividade” dos níveis de mascaramento.

Goldstein e Newman (1985) recomendaram como parâmetro o limiar de VA da ONT mais o efeito de oclusão na frequência testada + 15 dB ($LVA_{\text{ONT}} + 15 \text{ dB} + \text{efeito de oclusão}$), lembrando que o efeito de oclusão, só estará presente nas frequências abaixo de 1000 Hz e, em casos em que não há diferencial aéreo-ósseo (em sujeitos com audição normal e com perdas auditivas sensorio-neurais).

Yacullo (1996) mencionou que alguns fatores influenciam o nível mínimo de mascaramento a ser utilizado para a obtenção dos limiares de via aérea, sendo: o

nível de apresentação do sinal de teste; os valores de atenuação interaural para o sinal de teste; a presença de diferencial aéreo-ósseo na orelha não-testada e o efeito de oclusão (somente para a obtenção dos limiares de via óssea).

- Mascaramento máximo

Lídén *et al* (1959) observaram que o nível máximo de mascaramento depende de três fatores: a atenuação interaural por via aérea; o limiar de VO da OT e o limiar de desconforto dos pacientes para o nível de ruído mascarante. Desta maneira, os autores sugeriram para a avaliação da via aérea e da via óssea a seguinte fórmula: $M_{\text{máx}} = OT + 40$, sendo $M_{\text{máx}}$ menor do que D (desconforto), isto é, o nível de mascaramento máximo é o limiar da via óssea da orelha testada (OT) mais o fator de atenuação, devendo-se tomar cuidado para que o nível máximo de mascaramento não ultrapasse o nível de desconforto do paciente.

De acordo Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001), o mascaramento máximo é o nível máximo de ruído mascarante que pode ser utilizado na ONT, sem provocar mudanças nos limiares reais da OT. O cálculo desse nível auxilia o profissional a avaliar a possibilidade de estar ocorrendo o supermascaramento. Segundo as autoras, são dois os fatores que influenciam o nível máximo de mascaramento durante a realização da audiometria: o limiar de via óssea da OT e a atenuação interaural do estímulo mascarante por via aérea. Sendo assim, sugeriram a seguinte fórmula para o cálculo deste nível para via aérea e óssea: $Masc_{\text{máx.}} = VO_{OT} + 40 - 5 \text{ dB}$. Isto é, VO_{OT} é igual ao limiar de via óssea da OT e

o valor de 40 dB refere-se à atenuação interaural média para via aérea. O valor de 5 dB deve ser subtraído do nível calculado, uma vez que poderia resultar em supermascaramento. Se o valor de $VO_{OT} + 40$ for suficiente para provocar o supermascaramento, o que desejamos clinicamente é um nível de mascaramento que seja ligeiramente inferior ao valor calculado.

- Submascaramento

Goldstein e Newman (1999) mencionaram que submascaramento pode ser definido como mascaramento insuficiente, sendo inadequado para produzir uma mudança necessária no limiar da ONT. Tal conceito, segundo os autores, é baseado nos valores de atenuação interaural.

Segundo os autores, o submascaramento pode ocorrer quando a intensidade do ruído é superestimada (devido a algum erro de calibração) ou quando uma intensidade insuficiente é apresentada à ONT, devido a um erro de cálculo ou à subestima da extensão do cruzamento do sinal.

Turner (2004) definiu região de submascaramento como a região em que o limiar da ONT é elevado pelo ruído mascarante, mas ainda assim, não é suficiente para mascarar esta orelha.

- Supermascaramento

Há mais de quatro décadas, o tema do supermascaramento é tratado como sendo uma das principais preocupações dos audiologistas durante a aplicação do mascaramento.

De acordo com Sanders e Hall III (2001), da mesma forma que o estímulo pode cruzar para a ONT, o ruído mascarante também pode, ao ser apresentado à ONT, cruzar e elevar o limiar da OT, ocorrendo assim, o supermascaramento.

Goldstein e Newman (1999) mencionaram que o conceito de supermascaramento também é baseado na atenuação interaural, assim como, o de submascaramento. Segundo os autores, se o mascaramento for introduzido na ONT e aumentado em intensidades iguais ou maiores do que a atenuação interaural, este eventualmente cruzará para o lado oposto e irá alcançar e mascarar a cóclea testada, provocando uma falsa alteração do limiar.

Para Turner (2004), a região de supermascaramento ocorre quando o ruído mascarante torna-se inaudível na ONT e passa a ser audível na OT, dificultando a obtenção do limiar real desta orelha.

De acordo com Naunton (1960), existem situações, como a das perdas auditivas condutivas bilaterais, que o nível mínimo de mascaramento pode

resultar em supermascaramento. Para o autor, este seria o clássico dilema de mascaramento.

Uma solução para este “dilema” é levar em consideração os valores de atenuação interaural real e não somente a atenuação mínima de 40 dB. Outra solução é a utilização de fones de inserção, que aumentam o valor de atenuação, podendo assim, reduzir ou impedir o supermascaramento (Redondo e Lopes Filho, 1994).

É de extrema importância a compreensão do sub e do supermascaramento, a fim de que os mesmos sejam evitados durante o procedimento de mascaramento, impedindo assim, decisões clínicas erradas durante a avaliação audiométrica.

- Mascaramento central:

O mascaramento central, segundo Studebaker (1962), foi um termo criado por Wegel e Lane (1924), que observaram que um ruído de mascaramento apresentado a uma orelha, afetava o limiar da orelha oposta em intensidades inferiores para produzir mascaramento periférico; sendo assim, perceberam que este seria um efeito que ocorria no sistema nervoso central.

O mascaramento central seria, então, a elevação (piora) do limiar da OT como resultado da introdução do mascaramento à ONT, mesmo quando a

intensidade do mascaramento não é suficiente para cruzar para a OT (Sanders e Hall III, 2001).

O sistema eferente é importante para a proteção contra ruídos intensos e para a audição em ambientes com ruído de fundo (atenção seletiva), porém ainda existem discussões a respeito (Rubel *et al*, 1998; Azevedo, 2003; Oliveira, 2003).

De acordo com Lidén *et al.* (1959), o mascaramento central é provavelmente mediado pelas vias eferentes. Segundo os autores, as fibras eferentes interconectam os núcleos olivares superiores em cada lado e na cóclea contralateral, o que enfraquece os impulsos aferentes da cóclea oposta.

Goldstein e Newman (1999) citaram alguns estudos que revelaram que o mascaramento central pode ser observado durante os testes com tom puro, assim como, durante os testes de fala.

Sanders e Hall III (2001) citaram o efeito do mascaramento central como sendo um fator que afeta as decisões relativas ao mascaramento na audiometria, principalmente, por via óssea.

De acordo com Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001), embora a alteração do limiar produzida pelo mascaramento central seja geralmente considerada em torno de 5 dB, existe considerável variabilidade entre os indivíduos.

Martin *et al.* (1994) mencionaram que alguns audiologistas realizam a correção, subtraindo 5 dB do limiar obtido, após o re-teste com mascaramento.

Em 2001, Zeng *et al.* realizaram um estudo para investigar os mecanismos do mascaramento central e seus efeitos na avaliação audiométrica. O limiar de tom puro foi medido, quando a orelha não testada estava mascarada ou estava no silêncio, respectivamente. Foram investigados os diferentes resultados quando níveis de mascaramento diferentes eram dados na mesma frequência ou o mesmo mascarador era aplicado em frequências diferentes. Verificaram que o efeito de mascaramento central tinha propriedade de seletividade de frequência e seletividade do nível de som. O mascaramento central tornou-se mais elevado quando o mascarador era menor ou igual a 60 dB NA. Se o mascarador era de 70 dB NA, apareceu o supermascaramento. Chegaram à conclusão que a correção do mascaramento central deveria ser feita clinicamente, quando o mascarador é maior que 40 dB NA. Mascaradores de 60 dB NA em 2 kHz podem fazer o efeito do mascaramento central, aumentar em mais de 10 dB.

Embora recomendações sejam feitas, ainda não existe nenhum procedimento formalmente aceito para compensar o efeito do mascaramento central.

- Efeito de oclusão

O efeito de oclusão ocorre quando um fone de ouvido é colocado na ONT para apresentar o sinal do mascaramento; o fone produz uma melhora artificial nas respostas da via óssea. A melhora nas respostas é o resultado da pressão sonora gerada no meato acústico externo ocluído e transmitida por meio do mecanismo condutivo; sendo assim, o efeito não ocorre nas orelhas com perda auditiva condutiva. Isto ocorre, pois o problema condutivo produz uma melhora nas respostas da via óssea, igual ao efeito de oclusão sem ocluir o meato acústico externo; portanto, não é necessária uma correção para os cálculos de mascaramento em casos de perdas condutivas, contudo, deverá ser considerada nos casos de perda sensorio-neural. Deve-se ressaltar que o efeito de oclusão é limitado às baixas frequências, principalmente 250 e 500 Hz, apresentando variação de 0 a 15 dB (Lidén *et al.*, 1959; Studebaker, 1962; Yacullo, 1996; Goldstein e Newman, 1999 e Sanders e Hall III, 2001).

Studebaker (1962) recomendou que o efeito de oclusão fosse adicionado aos níveis de mascaramento mínimos, para compensar a oclusão da orelha mascarada.

Martin (1974) fez referência a seu artigo de 1973, e sugeriu que o próprio efeito de oclusão do paciente deveria ser determinado em 250, 500 e 1000 Hz ao serem comparados os limiares de condução óssea obtidos com a orelha mascarada livre e coberta por um fone de ouvido. Desta maneira, apenas o

próprio efeito de oclusão do paciente deveria ser adicionado aos níveis mínimos de mascaramento para condução aérea.

2.2. Ruídos mascarantes

De acordo com Speaks (1999), uma das características do ruído é a ausência de periodicidade das ondas; assim, as frequências e seus componentes não possuem relações harmônicas. As amplitudes variam com o tempo e não podem ser discriminadas, pois diferem entre si por valores inferiores aos detectáveis pelo sistema auditivo.

Glatke (2001) observou que os audiômetros geralmente têm disponíveis sons mascaradores do tipo banda larga (*Broad Band*) e banda estreita (*Narrow Band*). O princípio para utilizar o mascaramento com banda estreita advém do conceito de banda crítica. Resumidamente, pode ser demonstrado que somente uma faixa estreita de frequências, próximas de um determinado tom puro, é efetiva para o mascaramento daquele tom. Esta faixa estreita é chamada de banda crítica.

Fletcher (1940) foi o primeiro a descrever a existência de bandas críticas na resposta coclear. A partir disso, verificou que uma faixa de frequências restrita de um ruído de banda larga era suficiente para mascarar efetivamente um tom puro. Esta banda específica (estreita) apresentava como frequência central a mesma frequência do sinal de teste.

De acordo com Sanders e Hall (2001), o conceito de banda crítica foi desenvolvido a partir dos trabalhos de Fletcher e Munson (1937) e de Fletcher

(1940), e foi elaborado nas investigações de Hawkins e Stevens (1950) e Egan e Hake (1950). A partir destes estudos, o conceito foi apresentado em duas partes:

- No mascaramento de um tom puro com ruído branco, os únicos componentes do ruído que têm efeito mascarador no tom são as frequências incluídas numa faixa restrita, com o tom em seu centro.

- Quando o tom puro torna-se audível na presença de ruído, a energia acústica na faixa restrita de frequências é igual à energia acústica do tom puro.

A largura da faixa de frequências responsável pelo mascaramento do tom puro é crítica. Se uma faixa for reduzida a uma faixa menor do que a largura crítica sem aumentar a intensidade, o efeito do mascaramento é menor. Se a faixa for alargada de modo a ficar maior do que a largura crítica, a eficiência do mascaramento é menor.

De acordo com a segunda parte do conceito de banda crítica, é a energia acústica dentro da faixa crítica de frequências e não a intensidade total do ruído, que determina o mascaramento produzido, porque a intensidade total inclui a energia nas frequências acima e abaixo da banda crítica – energia que não tem nenhum efeito de mascaramento.

Segundo os autores, conhecer o conceito de faixa crítica torna possível fazer previsões quanto à eficiência do ruído mascarante. E, conforme afirmado, o

fator importante no mascaramento é a intensidade por ciclo dentro da banda crítica, ao invés da intensidade total do ruído, então o ruído de banda estreita deve ter a maior eficiência de mascaramento.

Para Goldstein e Newman (1999), a compreensão do conceito de banda crítica é essencial para a aplicação do mascaramento efetivo e compreender estes conceitos é a base para a seleção destes ruídos durante a avaliação audiométrica.

Alguns tipos de ruídos podem ser apresentados, sendo definidos como ruídos de banda larga e banda estreita.

Como exemplos de ruídos de banda larga, podemos citar: 1) ruído complexo ou dente de serra, composto de uma frequência fundamental baixa, adicionando-se os múltiplos da fundamental. Nesse tipo de ruído, a frequência fundamental é de 78 Hz e as adicionais são múltiplas da fundamental (156, 234 Hz etc.). Ele é considerado não efetivo, para o mascaramento de frequências médias e altas (Sanders e Hall III, 2001; Sanders e Rintelmann, 1964). 2) ruído branco (*White Noise*), ou ruído termal. Contém energia acústica em níveis de intensidade aproximadamente equivalentes, em todas as frequências do espectro audível. Ao contrário do ruído complexo, o ruído branco é essencialmente igual em termos de intensidade ao longo da faixa de frequências até 6000 Hz (Sanders e Hall III, 2001). Estes ruídos eram frequentemente usados como mascarantes, na audiometria de tons puros, mas foram considerados não-efetivos (Sanders e

Rintelmann, 1964); 3) ruído rosa (*Pink Noise*), que é uma filtragem do ruído branco, abrangendo uma área mais reduzida no espectro audível, apresentando energia igualmente distribuída na faixa de frequências de 500 a 4000 Hz, apresentando maior efetividade de mascaramento para sons de fala (Russo, 1999; Russo e Momensonh-Santos, 2001). 4) ruído de fala (*Speech Noise*): produzido filtrando-se o ruído branco, assim como o ruído rosa (Goldstein e Newman, 1999). É o ruído mais indicado para mascarar os sons de fala, por distribuir energia acústica na faixa de frequências de 250 a 4000 Hz (Almeida, Russo e Momensonh-Santos, 2001).

Quanto aos ruídos de banda estreita (*Narrow Band*), estes também são produzidos pela filtragem do ruído branco, apresentando uma faixa de frequências centrada na frequência do tom sob teste. É consideravelmente mais eficiente para o mascaramento de tons puros (Sanders e Rintelmann, 1964; Goldstein e Newman, 1999 e Sanders e Hall III, 2001).

2.3. Quando mascarar

Diversos autores como, Lidén *et al* (1959), Naunton (1960), Studebaker (1962), Studebaker (1967), Quirós (1973), Snyder (1973), Studebaker (1982), Chaiklin (1982), Goldstein e Newman (1999), Sanders e Hall III (2001), Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001), sugeriram que o mascaramento fosse utilizado, sempre que houver a possibilidade do estímulo ser percebido na orelha não-testada (ONT), sendo válido este raciocínio para os testes de via aérea (VA) e via óssea (VO) e testes de fala.

Sendo assim, o mascaramento pode ser necessário quando os limiares de condução aérea e/ou óssea não forem semelhantes bilateralmente ou quando as respostas aéreas e ósseas não estiverem acopladas. A partir disso, o fenômeno de cruzamento ou de atenuação interaural (AI) serve como base para determinar quando mascarar.

Conforme já mencionado anteriormente, no momento da lateralização do som, ocorre redução de energia acústica, sendo esta denominada atenuação interaural.

Segundo os autores, são três os fatores que devem ser considerados, quando determinamos a necessidade de usar mascaramento: 1- O nível de intensidade do sinal na orelha testada; 2- Os valores de atenuação interaural; 3- Os limiares auditivos na orelha testada.

Vários estudos e discussões foram realizados, a fim de fornecer informações acerca dos valores de atenuação interaural, entre outros aspectos. Foram observadas variações decorrentes do tipo de transdutor utilizado, frequência testada e variações anatômicas individuais do sujeito sob teste, sendo considerados os valores de 40 a 85 dB para VA; de 0 a 10 dB para VO e de 35 a 45 dB para os testes de fala (Zwislocki J, 1953; Lidén, Nilsson e Anderson, 1959; Lidén *et al.*, 1959; Hood, 1960; Nauton, 1960; Studebaker, 1962; Sanders e Rintelmann, 1964; Benson *et al.*, 1967; Chaiklin, 1967; Snyder, 1973; Martin, 1974; Coles e Priede, 1975; Studebaker, 1982; Konkle e Berry 1983; Studebaker *et al.*, 1988; Borton *et al.*, 1989; Yacullo, 1996; Mueller e Hall, 1998; Goldstein e Newman, 1999; Almeida, Russo e Momensohn-Santos, 2001; Sanders e Hall III, 2001).

Quanto à variação da atenuação interaural decorrente do tipo de fone empregado na audiometria, Mueller e Hall (1998), e Sanders e Hall III (2001) mencionaram que os fones de inserção proporcionam o aumento da atenuação. Como são posicionados profundamente no meato acústico externo, oferecem ao audiologista uma medida de confiança adicional às decisões clínicas relacionadas ao mascaramento, pois reduzem a necessidade de mascaramento durante a avaliação por via aérea.

Vale ressaltar que neste estudo será enfatizada somente a aplicação do mascaramento para a audiometria tonal liminar, por via aérea e via óssea.

Audiometria tonal por via aérea

Devido à grande variação dos valores de atenuação interaural, Studebaker (1982) recomendou que o menor valor, de 40 dB, fosse utilizado para decidir a necessidade ou não de usar o mascaramento, para a obtenção dos limiares auditivos por via aérea.

A utilização da atenuação interaural é para comparar as respostas obtidas por VA na OT e os limiares de VO da ONT. Se a diferença for maior ou igual à atenuação interaural na frequência sob teste é necessário utilizar o mascaramento.

Audiometria tonal por via óssea

Ao contrário da condução aérea, o menor valor de atenuação para a condução óssea é 0 dB em todas as frequências (Lidén *et al.*, 1959; Hood, 1960; Studebaker, 1962; Sanders e Rintelmann, 1964 e Martin, 1974).

Martin (1974) mencionou que um sinal conduzido por via óssea pode estimular ambas cócleas, de forma quase igual, não importando o local de colocação do vibrador ósseo, resultando em audição através da cóclea com maior sensibilidade.

Devido à ausência de atenuação, Sanders e Hall III (2001) recomendaram que o mascaramento fosse utilizado sempre que houver um intervalo aéreo-ósseo (*gap*) na orelha testada.

2.4. Como mascarar

Durante décadas o tema mascaramento vem sendo discutido, porém um dos aspectos mais polêmicos ainda é que método utilizar? Que intensidade é ideal para evitar o sub ou supermascaramento?

Martin (1974) revelou que um número surpreendente de audiologistas realiza o mascaramento clínico introduzindo, arbitrariamente, um nível de ruído na orelha não-testada, e espera que o melhor ocorra. Este comportamento é reforçado pelo fato de que parece funcionar, em muitos casos, embora muitos clínicos não compreendam a teoria do mascaramento e não saibam quando o método utilizado funciona ou não. Outros usam o método de busca de platô de Hood (1960), que geralmente funciona bem, quando realizado apropriadamente, mas pode consumir tempo desnecessário.

Martin (1974) mencionou que as fórmulas são, na verdade, desnecessárias; o importante é apresentar à orelha não-testada um nível de mascaramento efetivo igual ao limiar de condução aérea desta orelha.

Contudo, vários métodos e fórmulas foram e têm sido descritos para a determinação da quantidade de mascaramento a ser utilizada.

Segundo Studebaker (1979), existem duas abordagens principais: a psicoacústica e a acústica.

Neste estudo, serão mencionados somente alguns métodos psicoacústicos, como forma de aplicação do mascaramento para os testes de via aérea e via óssea.

Métodos psicoacústicos:

A psicoacústica ou acústica fisiológica lida com os atributos da sensação do indivíduo para frequência (“*pitch*”) e para a intensidade (“*loudness*”). Está relacionada com a habilidade dos ouvintes em distinguir diferenças entre os estímulos, tendo como base os relatos dos ouvintes sobre tais sons (Russo, 1999).

Studebaker (1979) declarou que os procedimentos psicoacústicos são aqueles baseados nas mudanças, observadas na obtenção do limiar, em função dos níveis efetivos do ruído mascarador na orelha não-testada (ONT).

Tendo em vista esta definição, alguns métodos psicoacústicos são apresentados a seguir.

Método do Platô (*Plateau*):

Descrito por Hood, em 1960, com o objetivo de melhor estabelecer procedimentos para confirmação de limiares auditivos por via óssea, utilizando-se

o mascaramento. Tal técnica foi posteriormente adaptada para a confirmação dos limiares auditivos obtidos por condução aérea.

Segundo Hood, todos os testes de condução óssea requerem a exclusão da ONT, por um som mascarante, conduzido aereamente nesta orelha.

Para a realização deste procedimento, Hood sugeriu:

1- Estabelecer os limiares sem mascaramento;

2- Se necessário, aplicar mascaramento para a ONT e re-estabelecer o limiar;

3- Aplicar o procedimento de “sombreamento” da seguinte forma:

- Acrescente nível de mascaramento em passos de 10 dB, até que os limiares permaneçam constantes com incrementos adicionais de 10 dB. Este é o ponto de “comutação”, no qual será obtido o verdadeiro limiar da orelha testada.

É importante ressaltar que Hood mencionou o “sombreamento” (*shadowing*) para se referir aos aumentos sucessivos do limiar da ONT, ao se aplicar os incrementos de mascaramento nesta orelha. E chamou de “*change-over*”, o ponto em que se estabelece o verdadeiro limiar da orelha testada, momento em que o limiar da OT permanece inalterado, após incrementos adicionais de ruído mascarante. Segundo Hood, estes seriam os passos essenciais para o procedimento proposto.

Quanto à necessidade de se realizar o mascaramento, Hood (1960) recomendou que o mesmo fosse utilizado, para o re-teste de via aérea, sempre que a diferença entre os limiares de condução aérea das duas orelhas excedesse 50 dB. Para o teste de via óssea, a regra seria sempre utilizar mascaramento.

Vários autores concordaram quanto ao mascaramento de via óssea (Lidén *et al*, 1959; Studebaker, 1962; Sanders e Rintelmann, 1964; Martin, 1974; Turner, 2004). Contudo, para via aérea, a regra seria de sempre mascarar, quando houvesse diferença entre o limiar de VA da OT e o limiar de VO da ONT, maior ou igual ao valor de atenuação interaural, sendo o valor mínimo considerado de 40 dB (Lidén *et al*, 1959; Naunton, 1960; Studebaker, 1962; Studebaker, 1967; Chaiklin, 1967; Snyder, 1973; Chaiklin, 1982; Studebaker, 1982; Studebaker, 1982; Goldstein e Newman, 1999; Sanders e Hall III, 2001; Almeida, Russo e Momensohn-Santos, 2001; Turner, 2004).

Em relação ao nível inicial de mascaramento, Hood (1960), em nenhum momento, mencionou o termo “nível inicial de mascaramento” ou “mascaramento mínimo”.

Em 1974, Martin, sugeriu que, para se estabelecer o “mascaramento mínimo”, é necessário apresentar à ONT um nível de mascaramento efetivo igual ao limiar de condução aérea desta orelha, sendo aconselhável adicionar a este valor, aproximadamente 10 dB, que seria considerado fator de “segurança”, valor este relacionado à “efetividade” dos níveis de mascaramento.

Outros autores também realizaram discussões quanto aos valores de mascaramento inicial, como mencionado anteriormente no tópico “mascaramento mínimo”.

Quanto ao valor dos incrementos, Hood recomendou incrementos de 10 dB, enquanto Goldstein (1999); Roeser e Clark (2000) recomendaram passos de 5 dB. Turner (2004) destacou que o uso de passos de 5 dB poderia dobrar o número de níveis de mascaramento e, assim, aumentar o tempo de teste, sendo útil somente se o platô fosse estreito e difícil de se definir.

Hood não especificou o número de incrementos necessários para definir o limiar real da OT; somente afirmou que este limiar seria alcançado, quando o mesmo permanecesse inalterado após incrementos de mascaramento.

Goldstein (1999) referiu que após três incrementos consecutivos, seria obtida uma resposta aceitável. Para Yacullo (1996), é geralmente recomendado que o nível de mascaramento seja aumentado para uma faixa de, pelo menos, 15 a 20 dB.

Martin (1994) mencionou que a largura do platô pode ser influenciada por três fatores: valores de atenuação interaural; limiares de via aérea da ONT; limiares de via óssea da OT.

Segundo o autor, a atenuação interaural afeta os níveis mínimos e máximos de mascaramento que serão utilizados e que um platô maior é mais vantajoso, pois reduz a possibilidade de ocorrer supermascaramento.

Turner (2004) mencionou que o Método Platô é tipicamente descrito, utilizando-se um diagrama de mascaramento, sendo este definido por pontos de inflexão, que podem ser classificados como:

- Região “sem mascaramento”: ocorre quando o nível de mascaramento é igual ao limiar de VA da ONT, ou seja, quando se utiliza um nível abaixo do proposto, não mascarando assim, a ONT. Tal fato não é comum na prática clínica.

- Região de submascaramento: nesta região, o limiar da ONT é elevado pelo ruído mascarante, mas, ainda assim, não é suficiente para mascarar esta orelha.

- Região de Platô: é a faixa de mascaramento entre dois pontos: entre o mínimo de mascaramento efetivo e o máximo de mascaramento permitido (antes que ocorra o supermascaramento). O limiar mensurado na região de platô é o limiar real da OT.

- Região de supermascaramento: ocorre quando o ruído mascarante passa a ser audível também na OT, dificultando a obtenção do limiar real desta orelha.

Diante destas considerações, é possível verificarmos diversas opiniões quanto ao procedimento proposto por Hood (1960) e, a partir disso, algumas variações deste método foram sugeridas. Contudo, este ainda é considerado o método mais utilizado.

Martin (1974); Martin *et al* (1994) e Turner (2004) referiram que, embora tal técnica seja muito utilizada, alguns audiologistas ainda apresentam dificuldade em realizar este procedimento, sendo aplicado de forma inadequada, além de necessitar de tempo desnecessário para a sua realização.

Sendo assim, outros métodos foram e vêm sendo propostos ao longo destes anos.

Método Platô “Adaptado”:

Conforme mencionado anteriormente, algumas variações do Método Platô foram sugeridas e uma destas variações, mais utilizadas na prática clínica, foi proposta por Beedle em 1971, e defendida, posteriormente, por Goldstein, em 1979.

Os autores sugeriram utilizar um nível inicial de mascaramento na ONT, baseado no limiar de VA desta orelha mais 15 dB, mais o valor do efeito de oclusão para aquela frequência, no caso da obtenção dos limiares de VO em que a orelha mascarada for normal ou neurosensorial (Goldstein e Newman, 1999).

Segundo Goldstein e Newman (1999), o benefício do uso inicial do limiar mais 15 dB NS é que esta quantidade, geralmente, é suficiente para começar a causar uma mudança no limiar da OT, se o verdadeiro limiar não tiver sido obtido na condição de teste sem mascaramento.

Goldstein e Newman (1999) fizeram referência ao artigo de Goldstein (1979) e mencionaram que, após a resposta da OT ser re-estabelecida, o nível de mascaramento da ONT deve ser aumentado em 5 dB, três vezes consecutivas, para a obtenção do platô aceitável.

Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001) afirmaram que, em sua experiência clínica com o uso do Método Platô, “adaptado”, constataram que a aplicação deste ofereceu maiores benefícios, pois quando havia audição contralateral, esse valor de 15 dB já provocava um deslocamento da resposta da OT, comprovando a participação da ONT no teste. E, quando isso não ocorria, ou seja, quando o limiar não se alterava, as respostas obtidas eram da OT.

As autoras sugeriram a utilização de incrementos de 10 em 10 dB, ao re-testar o limiar de VA e de 5 em 5 dB para o re-teste de VO, a fim de evitar o supermascaramento, que tem maior probabilidade de ocorrer durante o re-teste de VO. Quanto à largura do platô, declararam que se esta for menor, como nos casos de perdas condutivas bilaterais, o uso de passos de 10 dB é inadequado para se medir um platô de 10 ou 15 dB e que, nestes casos é recomendável utilizar incrementos de 5 dB. Por fim, enfatizaram que, independente do momento

em que o limiar começa a aparecer, são necessárias três respostas iguais para se ter certeza de que o limiar real foi obtido.

Método Otimizado:

Desenvolvido por Turner, em 2004, sendo similar ao Método Platô, porém apresentado com o objetivo de ser mais rápido e de fácil aplicação, segundo o autor. A principal diferença entre o Método Platô e o Otimizado estaria na redução significativa do número de níveis de mascaramento, requeridos para alcançar o limiar auditivo real, o que conseqüentemente, diminuiria o tempo de teste.

Segundo o autor, por este motivo é chamado Otimizado, pois pode ser otimizado de diversas maneiras, com o intuito de reduzir o tempo da avaliação, podendo ser prático em circunstâncias clínicas, nas quais a rapidez é essencial, além de reduzir a “fadiga” do ouvido, sendo particularmente vantajoso para ser utilizado com crianças e idosos.

Este método pode ser aplicado para os testes de via aérea e via óssea, sendo necessário obedecer algumas etapas para a sua realização.

1- Determine os limiares de VA e VO sem mascaramento para cada orelha;

2- Para cada freqüência, determine se o mascaramento é requerido, usando critérios convencionais, levando em consideração a atenuação mínima suposta (40 dB);

3- Estabeleça o nível inicial de mascaramento (para VA e VO) igual ao limiar de VA da OT, menos 10 dB e re-estabeleça o limiar; devendo estes dois níveis de mascaramento inicial (VA e VO) ser sempre iguais, podendo os níveis subsequentes ser diferenciados. Em geral, o nível de mascaramento para a VO é suficiente para compensar o efeito de oclusão, quando se testa as baixas frequências, e geralmente não é necessária correção.

Deve-se ressaltar que nesta etapa (nível inicial de mascaramento) encontra-se a principal diferença entre os Métodos Platô e Otimizado, pois este último utiliza como referência o limiar de VA da OT enquanto o Método Platô, como a maioria dos métodos de mascaramento, utiliza o limiar de VA da ONT.

4- Determine o deslocamento em dB no limiar, devido ao ruído mascarante;

5- Aumente o nível de mascaramento para o valor igual à mudança do limiar e re-estabeleça o limiar;

6- Se houver melhora do limiar ou este não se deslocar, o limiar auditivo real foi determinado. Se o limiar se deslocar, repita os passos 5-6.

De modo geral, o Método Otimizado difere ao Método Platô em somente dois aspectos:

1º O nível inicial de mascaramento é colocado 10 dB abaixo do limiar de VA da OT.

2º O nível de mascaramento é aumentado para um valor igual ao limiar modificado, após a aplicação do nível inicial mascaramento.

Assim como o Método Platô, o Método Otimizado também propõe um diagrama de mascaramento, para melhor demonstração do processo, incluindo representações do limiar real e de algumas regiões, estas definidas por pontos de inflexão, conforme mencionado ao ser descrito o Método Platô, classificadas a seguir:

- Região “sem mascaramento”: ocorre quando o nível de mascaramento é igual ao limiar de VA da ONT, ou seja, quando se utiliza um nível abaixo do proposto, não mascarando assim, a ONT. Tal fato não é comum na prática clínica.

- Região de submascaramento: nesta região o limiar da ONT é elevado pelo ruído mascarante, mas ainda assim, não é suficiente para mascarar esta orelha.

- Região de Platô: é a faixa de mascaramento entre dois pontos, entre o mínimo de mascaramento efetivo e o máximo de mascaramento permitido (antes que ocorra o supermascaramento). O limiar mensurado na região de platô é o limiar real da OT.

- Região de supermascaramento: ocorre quando o ruído mascarante passa a ser audível também na OT, dificultando a obtenção do limiar real desta orelha.

Conhecer estas classificações é importante, pois segundo Turner (2004), a obtenção de limiares reais ocorre, em qualquer procedimento de mascaramento, quando o nível de mascaramento estiver dentro da Região de Platô. A habilidade de posicionar o ruído mascarante dentro do platô é relacionada à amplitude do platô.

De acordo com o autor, as equações utilizadas para o cálculo da amplitude do platô são derivadas das equações de Lidén *et al* (1959) para o cálculo de mascaramento mínimo e máximo. Sendo assim, o autor apresenta: $AP_{VA} = 2 AI - gap_{VA-VO_{OT}} - gap_{VA-VO_{ONT}}$, sendo: amplitude do platô para o teste de condução aérea é igual à atenuação interaural multiplicada por dois, menos a diferença do intervalo aéreo-ósseo da orelha testada e da orelha não-testada, e $AP_{VO} = AI - gap_{VA-VO_{ONT}}$, para o cálculo da amplitude do platô para o teste de condução óssea, que é igual à atenuação interaural menos o intervalo aéreo-ósseo da orelha não-testada.

Quanto maior a amplitude do platô, menor será a chance de ocorrência de supermascaramento. A amplitude reduzida produz o dilema clássico do mascaramento, observado em perdas condutivas bilaterais, quando o mínimo de mascaramento pode ocasionar o supermascaramento (Naunton, 1960; Turner, 2004).

Turner (2004) também fez referência à extensão adequada de mascaramento, que de certa forma, seria análoga ao platô, sendo o intervalo de

incrementos de mascaramento utilizados para mascarar a ONT (do nível mínimo de mascaramento – inicial, até o máximo permitido - sem supermascaramento). A partir disso, o autor sugeriu a seguinte equação: $EAM = AI + VO_{OT} - VA_{ONT} - 10$ dB, que significa: a extensão adequada de mascaramento é igual à atenuação interaural mais o limiar de via óssea da orelha testada, subtraído do limiar de via aérea da orelha não-testada, menos 10 dB. A mesma equação pode ser utilizada para o teste de VA e VO.

A compreensão destes conceitos, segundo o autor, é importante para antecipar a dificuldade do mascaramento e selecionar o procedimento adequado a ser utilizado.

Estas decisões de mascarar e a seleção do procedimento adequado são baseadas na configuração dos limiares sem mascaramento. Sendo assim, Turner classificou as configurações audiométricas de acordo com quatro modelos: unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo.

1- Modelo unilateral:

Os limiares sem mascaramento indicam a possibilidade de uma perda auditiva condutiva unilateral (há um *gap* aparente na OT). A perda real poderia ser condutiva, com o *gap* real igual ao *gap* aparente, mista ou sensorineural.

O autor referiu o “melhor caso”, perda auditiva sensorineural na OT, o que resulta em uma amplitude de platô maior e, conseqüentemente, em uma extensão de mascaramento também maior.

Uma situação de “pior caso” seria perda auditiva condutiva na OT, o que reduziria a amplitude do platô, podendo ocasionar supermascaramento.

Porém, mesmo para a situação de “pior caso”, a amplitude de platô e a extensão adequada de mascaramento são relativamente grandes, para o Modelo Unilateral.

2- Modelo bilateral:

Poderia ser observada uma perda auditiva condutiva bilateral, perda auditiva condutiva em uma orelha e perda mista, condutiva ou sensorineural na orelha oposta.

Uma situação considerada “melhor caso” seria uma perda auditiva sensorineural na OT e um *gap* na ONT. E “pior caso” seria perda auditiva condutiva bilateral.

Para ser modelo bilateral, o limiar de VA da ONT tem de ser, por definição, pelo menos 25 dB melhor do que o limiar de VA da OT.

3- Modelo simétrico:

Apresentam limiares de via aérea iguais (simétricos), ou com diferença inferior a 20 dB. Pode apresentar perda auditiva condutiva bilateral simétrica ou até mesmo perda condutiva, em uma orelha e mista ou sensorineural, na orelha oposta.

O “pior caso” seria perda auditiva condutiva em ambas orelhas, apresentando grande possibilidade de supermascaramento, devido à ausência do platô.

4- Modelo somente-ósseo:

Não há necessidade de mascaramento para os limiares de via aérea, havendo somente para os limiares de via óssea, em uma ou em ambas orelhas. Isto significa que o *gap* aparente sempre será menor que a atenuação interaural.

O autor não faz referência à “melhor” e “pior caso”, para este modelo.

Por fim, este autor descreveu um protocolo com o objetivo de proporcionar mensurações válidas de limiares audiométricos, podendo substituir o Método Platô em determinadas situações, com o cuidado de identificar outras para as quais o Método Platô seria mais indicado.

Ao mencionar as situações em que seria mais indicada a utilização do Método Otimizado, Turner referiu que tal método seria mais bem utilizado, quando os limiares sem mascaramento encontrassem os requisitos para Modelos: Unilateral e Bilateral. O “requisito” seria que os limiares de VA sem mascaramento apresentassem diferença de pelo menos 25 dB. Segundo Turner, o Método Otimizado nunca é apropriado para o Modelo Simétrico porque os limiares de VA sem mascaramento são menores que 25 dB. Quanto ao Modelo somente-ósseo, o Método Otimizado pode ser usado quando os limiares de VA sem mascaramento apresentarem diferença maior que 20 dB.

Em geral, Turner propôs que, ao se combinar ambos métodos, um protocolo poderia ser estabelecido e ser usado em todas as situações de mascaramento, utilizando-se fones supra-aurais ou de inserção.

O autor estabeleceu:

* Quando testando a pior orelha:

1- Se os limiares de VA sem mascaramento apresentarem diferença maior que 20 dB, usar o Método Otimizado;

2- Se a diferença entre os limiares de VA sem mascaramento for menor ou igual a 20 dB, temos duas opções:

a) usar o Método Platô em passos de 5 dB de mascaramento;

b) inicialmente usar o Método Platô em passos de 10 dB. Se o platô ou a faixa adequada de mascaramento não puder ser identificada, re-testar, usando passos de 5 dB.

* Quando testando limiares de condução óssea (VO):

1- Sempre colocar o nível inicial de mascaramento, pelo menos, 30 dB maior que o limiar de VO sem mascaramento. Se o método de mascaramento usado especificar um grande valor, use este. Esta estratégia compensa automaticamente os fatores de correção acima de 20 dB para o efeito de oclusão.

* Quando testando a melhor orelha (raramente necessário para limiares de VA):

1- Use o Método Platô em passos de 5 dB de mascaramento.

O autor referiu que limiares podem ser re-estabelecidos, usando a pesquisa tradicional ascendente-descendente ou o procedimento “tom-único”, sendo que este reduz o tempo de teste. Ressaltou que é importante evitar altos níveis de mascaramento e que, ocasionalmente, o Método Otimizado especifica um largo aumento no nível de mascaramento e este aumento pode produzir um mascaramento maior que 80 dB NA. Quando isto ocorrer, é recomendado considerar aumentos pequenos no nível de mascaramento para identificar o platô, a fim de evitar desconforto ao paciente.

Ressaltou também que, ao utilizar o Método Platô para avaliar os limiares de VO, nas frequências mais baixas, durante a aplicação do mascaramento, é necessário aumentar o nível de mascaramento para compensar o efeito de oclusão. Em seu estudo, mencionou várias recomendações referentes aos valores de correção, segundo diversos autores. No entanto, mencionou que, ao aplicarmos o Método Otimizado, não haveria a necessidade de utilizarmos nenhuma correção, pois o nível inicial de mascaramento utilizado compensaria automaticamente o efeito de oclusão para um fator de correção de 20 até 40 dB. Entretanto, isto seria válido somente para alguns modelos audiométricos, preferencialmente para os modelos uni e bilateral.

3. MÉTODO

Trata-se de um estudo experimental, exploratório, prospectivo e de corte transversal.

3.1. Casuística

Para calibração biológica do instrumento, a verificação da efetividade do ruído mascarante *Narrow Band* foi conduzida com uma amostra de 10 indivíduos, sem restrição quanto ao sexo e idade, apresentando limiares auditivos normais. O objetivo foi identificar a precisão da efetividade do ruído mascarante, elemento crucial para o estudo.

Para a composição da amostra deste estudo foram analisados 408 prontuários do arquivo de um serviço de Saúde Auditiva de Alta Complexidade do Estado da Bahia (Centro Estadual de Prevenção e Reabilitação de Deficiências – CEPRED). Eram elegíveis indivíduos com idades entre 15 e 65 anos, de ambos sexos, com perda auditiva unilateral ou bilateral. Considerando-se os critérios de inclusão detalhados abaixo, foram selecionados 41 indivíduos para submissão aos procedimentos. Destes, um foi excluído por ter sido constatado colapamento do meato acústico externo durante a meatoscopia. Desta forma, a população final do estudo foi constituída por 40 indivíduos.

- Critérios de inclusão:

- Faixa etária entre 15 e 65 anos, com o objetivo de facilitar a etapa da coleta de dados, possibilitando a redução de respostas assistemáticas e/ou inconsistentes durante a realização da audiometria e aplicação do mascaramento. Além de redução da variabilidade do teste em relação à habilidade de atenção seletiva, descrita por Bellis (1997), como a habilidade de selecionar um estímulo auditivo na presença de ruído de fundo; podendo haver maior dificuldade do idoso em realizar este procedimento durante a aplicação do mascaramento;

- Indivíduos submetidos à avaliação audiológica no ano de 2006 e 2007;

- Indivíduos residentes em Salvador/BA, a fim de facilitar a convocação dos mesmos para a etapa de coleta de dados;

- Portadores de perda auditiva unilateral ou bilateral, com resultados compatíveis com os modelos unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo (Turner, 2004).

Critérios de exclusão:

- Foram excluídos os prontuários que apresentavam anotações referentes a respostas assistemáticas e/ou inconsistentes, observadas durante a avaliação audiológica realizada no Serviço de Saúde Auditiva.

3.2. Considerações Éticas

Para a realização deste estudo, todos os indivíduos foram previamente esclarecidos quanto aos objetivos da pesquisa e, somente após a leitura, concordância e assinatura do termo de consentimento (Anexo 1), é que passaram a participar do estudo, aprovado sob protocolo número 043/2006, do Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica - PUC/SP (Anexo 2).

3.3. Local:

Todas as avaliações foram realizadas no Centro Estadual de Prevenção e Reabilitação de Deficiências – CEPRED, na cidade de Salvador – BA, no período de novembro de 2006 a abril de 2007.

3.4. Procedimentos:

3.4.1. Meatoscopia:

A inspeção visual do meato acústico externo foi realizada com o objetivo de descartar qualquer obstrução que impedisse a realização da audiometria tonal. Para tanto, foi utilizado otoscópio da marca Missouri.

Quando constatada uma obstrução, houve encaminhamento do indivíduo ao médico otorrinolaringologista para avaliação e conduta cabível. Após o

atendimento médico, os indivíduos retornavam, posteriormente, para a realização da avaliação audiométrica.

Durante a meatoscopia foi excluído um caso em que foi observada a presença de colabamento de meato acústico externo, com o objetivo de evitar a variabilidade entre os resultados obtidos, devido à possibilidade de utilização de técnica inadequada para reduzir o colabamento.

3.4.2. Mascaramento ipsilateral ou calibração biológica do ruído mascarante de banda estreita (*Narrow Band*):

A calibração biológica foi realizada em cabina acústica, utilizando-se um audiômetro marca *Interacoustics*, modelo AD229E, de um canal e meio, com função específica de emissão simultânea de tom puro e ruído mascarante *Narrow Band* para a mesma orelha, fone supra-aural modelo TDH-39 para a emissão dos estímulos sonoros, com última calibração em 16/08/2006, de acordo com a norma ISO 8253-1, 1989.

A amostra para o procedimento foi composta por 10 ouvintes normais, sem restrição quanto ao sexo e idade.

Para a seleção desta amostra foi necessária a obtenção dos limiares auditivos por via aérea, em ambas orelhas, perfazendo um total de 20 orelhas. Foram avaliadas as frequências de 1000, 2000, 4000 e 500 Hz, nesta seqüência,

e estabelecidos os limiares absolutos de audibilidade, na faixa de freqüências avaliada. Foram analisadas as médias e desvios-padrão dos limiares absolutos de audibilidade, conforme apresentados na Tabela 18, (Apêndice 1) e representados no desenho esquemático (*boxplot*) dos limiares absolutos (Apêndice 1).

Depois de estabelecidos os limiares auditivos e selecionada a amostra para a calibração biológica, decidiu-se aplicar ruído mascarante e tom puro, de forma ipsilateral, na orelha que apresentou os melhores limiares auditivos, para cada indivíduo avaliado.

A calibração biológica foi realizada com o objetivo de verificação da efetividade do ruído mascarante *Narrow Band*, para o mascaramento do tom puro por via aérea, nas freqüências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, sendo um procedimento fundamental para garantir a eficácia da aplicação do mascaramento contralateral, durante a realização da audiometria tonal liminar (Sanders e Rintelmann, 1964).

Para a realização da calibração, foi adotada a proposta de Sanders e Rintelmann (1964), com a exclusão de um dos níveis de intensidade propostos pelos autores, da intensidade de 90 dB NA. A exclusão desta intensidade deve-se ao fato de ser considerada muito elevada para a aplicação em ouvintes normais. Em seu lugar foi inserida a intensidade de 30 dB NA.

Sendo assim, o tom puro foi apresentado em intensidades de 30, 50 e 70 dB NA, nesta ordem, e o ruído mascarante foi apresentado em incrementos de 5 dB, observando-se qual a intensidade necessária para que o tom não fosse mais percebido para cada frequência pesquisada (500, 1000, 2000 e 4000 Hz).

Foi calculada a média e desvio-padrão por frequência e intensidade da efetividade do ruído mascarante, por via aérea, conforme apresentado na Tabela 19 (Apêndice 1).

3.4.3. Imitanciometria:

Para a medida da imitância acústica, foi utilizado um imitanciômetro *Interacoustics*, modelo AZ-7, com última calibração em 09/05/2006. Foi realizada a obtenção da curva timpanométrica e dos reflexos contralaterais do músculo do estribo, com o objetivo de se complementar a avaliação audiológica, confirmando os achados audiométricos quanto ao tipo de perda auditiva.

3.4.4. Audiometria tonal liminar:

A audiometria tonal liminar foi realizada em cabina acústica, utilizando-se um audiômetro de um canal, da marca *Interacoustics*, modelo AD229E, de um canal e meio, com fone supra-aural, modelo TDH-39, para emissão do estímulo acústico por via aérea e vibrador ósseo B-71, para emissão do estímulo acústico

por via óssea, com última calibração, em 16/08/2006, de acordo com a norma ISO 8253-1, 1989.

Foi realizada a audiometria tonal por via aérea e óssea, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, para ambas orelhas, sem o uso de mascaramento. Em seguida, foi analisada a necessidade de mascaramento com base na atenuação interaural mínima suposta de 40 dB, comparando o limiar auditivo de via aérea de uma orelha com o limiar auditivo de via óssea da orelha contralateral, para o re-teste dos limiares por via aérea e a atenuação de 0 dB para o re-teste dos limiares por via óssea (Lidén *et al*, 1959; Naunton, 1960; Studebaker, 1962; Studebaker, 1967; Snyder, 1973; Studebaker, 1982; Chaiklin, 1982; Goldstein e Newman, 1999; Almeida, Russo e Momensohn-Santos, 2001; Sanders e Hall III, 2001).

Foi realizado o procedimento do mascaramento, utilizando-se dois métodos: Método Platô, proposto por Hood (1960) e Método Otimizado, proposto por Turner (2004), seguindo as mesmas etapas, tanto para re-teste dos limiares tonais por via aérea, quanto por via óssea.

Os métodos foram aplicados conforme sugerido por Turner (2004), em seu estudo.

* Método Platô:

1. Foi mensurado o limiar não-mascarado (sem mascaramento) por via aérea para cada orelha e um limiar não-mascarado por via óssea;

2. Em cada frequência, foi analisada a necessidade do mascaramento, segundo critérios convencionais;

3. O nível inicial de mascaramento foi introduzido 10 dB acima do limiar de VA da orelha não-testada (ONT) e o limiar VA ou VO re-estabelecido;

4. O nível de mascaramento foi aumentado em 10 dB e o limiar re-estabelecido;

5. Quando o nível de mascaramento foi aumentado duas vezes (intervalo de 20 dB) sem mudanças de limiar, ou seja, o limiar permaneceu inalterado após os incrementos de mascaramento, o limiar auditivo real foi obtido.

* Método Otimizado:

1. Foi mensurado o limiar não-mascarado (sem mascaramento) de VA para cada orelha e um limiar não-mascarado de VO;

2. Em cada frequência, foi analisada a necessidade do mascaramento, segundo critérios convencionais;

3. O nível inicial de mascaramento foi introduzido 10 dB abaixo do limiar de VA da orelha testada (OT) e o limiar de VA ou VO, re-estabelecido;

4. O deslocamento em dB no limiar foi determinado, devido ao ruído mascarante;

5. O nível de mascaramento foi aumentado em uma quantidade igual ao deslocamento do limiar e re-estabelecido;

6. Nos casos em que houve melhora do limiar ou este não se deslocou permanecendo inalterado, o limiar auditivo real foi determinado. Quando o limiar se deslocou, os passos 5 e 6 foram repetidos.

Os métodos Platô e Otimizado foram aplicados de forma alternada, sendo o re-teste de VA com o Método Platô e re-teste de VA com o Método Otimizado para a mesma orelha; em seguida, o re-teste de VA com o Método Otimizado e re-teste de VA com o Método Platô para a orelha oposta, caso houvesse necessidade de mascarar ambas orelhas. O mesmo procedimento foi realizado para o re-teste de VO.

Com o objetivo de identificar possíveis problemas que precisavam ser aperfeiçoados na metodologia foi realizado um estudo piloto em dois indivíduos.

3.5. Critérios de Análise dos Resultados:

Foi realizada a análise descritiva dos resultados, utilizando-se medidas de tendência central e dispersão. Desta forma, foram estimadas: médias, mínimos, máximos e desvios-padrão. Os resultados também foram apresentados por meio de gráficos (*boxplot*). Para a análise estatística foi utilizado o *software* R 2.0.1. e o teste de *Wilcoxon*, fixando-se em 5% o índice de rejeição da hipótese de nulidade. Para a comparação das proporções, foi considerada diferença estatisticamente significativa $p\text{-valor} \leq 0,05$.

Os dados foram analisados para os modelos: unilateral e bilateral, simétrico e somente-ósseo, sendo avaliadas as possíveis diferenças entre os limiares auditivos reais obtidos por via aérea e via óssea, com a aplicação do mascaramento contralateral, para os métodos Platô e Otimizado, durante a audiometria tonal liminar.

Foi considerado limiar auditivo real para o Método Platô, quando este permaneceu inalterado após dois incrementos de ruído mascarante de 10 dB para o re-teste de VA e VO, sendo o nível de mascaramento aumentado por um intervalo de pelo menos 20 dB, atingindo a região de platô (Hood, 1960; Yacullo, 1996; Turner, 2004). E para o Método Otimizado foi considerado limiar real quando este atingiu a região de platô, com a aplicação do nível de mascaramento previsto. Segundo Turner (2004), o nível de mascaramento inicial é geralmente

maior que o limiar de VA da orelha não testada (ONT), suficiente para deslocar o limiar e atingir a região de platô.

Foi considerado significativo quando a diferença entre os limiares auditivos obtidos ultrapassou 5 dB, com ambos métodos. A partir deste nível, valores maiores ou iguais a 10 dB foram considerados, tendo como base o fato de a audiometria tonal ser uma avaliação psicoacústica, passível de variabilidade de respostas.

Foram assinalados, também, os números mínimo, médio e máximo de incrementos necessários durante a realização do mascaramento para o re-teste dos limiares auditivos por via aérea e óssea, para os modelos selecionados, de acordo com os métodos: Platô e Otimizado.

É importante lembrar que, para a análise dos números: mínimo, médio e máximo de incrementos para o re-teste de VA, assim como, para o re-teste de VO, foram utilizados incrementos de 10 dB para o Método Platô, conforme referido por Hood, 1960; Yacullo, 1996 e Turner, 2004.

Turner (2004) recomendou a aplicação do Método Platô em passos de 5 dB de mascaramento quando houver necessidade de re-testar a melhor orelha, o que raramente é necessário para limiares de VA. Contudo, neste estudo, foram definidos incrementos de 10 dB para a aplicação do Método Platô, independente do re-teste (via aérea ou via óssea).

4. RESULTADOS

A população do estudo foi constituída, em sua maioria, por indivíduos do sexo feminino, e com idade superior a 40 anos (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da população de estudo, segundo a idade e o sexo dos sujeitos.

Variáveis	N	Frequência (%)
Idade		
15-40 anos	16	40
41-65 anos	24	60
Sexo		
Feminino	22	55
Masculino	18	45
TOTAL	40	100

É importante ressaltar que o Serviço de Saúde Auditiva – CEPRED dispõe de um número considerável de indivíduos cadastrados com idade superior a 65 anos, o que dificultou a seleção dos casos.

Considerando-se a classificação pelos modelos de Turner (2004), pode ser observada a distribuição da população como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição dos sujeitos de acordo com os modelos de classificação de Turner (2004)

Modelos¹	N	Frequência (%)
Unilateral	10	25
Bilateral	14	35
Simétrico	8	20
Somente-ósseo	8	20
TOTAL	40	100

¹ Unilateral: limiares sem mascaramento indicam perda auditiva condutiva unilateral (há um *gap* aparente na OT); Bilateral: os limiares, sem mascaramento, de VA da ONT são, pelo menos, 25 dB melhor do que os limiares de VA da OT; Simétrico: limiares de VA, sem mascaramento, são iguais (simétricos), ou com diferença inferior a 20 dB; Somente-ósseo: há necessidade de mascaramento somente para os limiares de VO, em uma ou em ambas orelhas.

Dentre os casos avaliados, 25% se enquadravam no modelo unilateral, de acordo com a classificação proposta por Turner (2004), 35% no bilateral; 20% no simétrico e 20% no modelo somente-ósseo.

Na Tabela 3, são apresentados o número de limiares auditivos re-testados com o uso do mascaramento, por via aérea e via óssea, de acordo com os modelos selecionados de Turner (2004).

Tabela 3. Distribuição do número de limiares auditivos re-testados com uso de mascaramento, por via aérea e via óssea, de acordo com os modelos selecionados de Turner (2004)

N° Limiares auditivos re-testados com mascaramento				
Modelos¹	Via Aérea	Via Óssea	Total	(%)
Unilateral	38	40	78	24,8
Bilateral	51	53	104	33,0
Simétrico	33	46	79	25,1
Somente-ósseo	0	54	54	17,1
TOTAL	122	193	315	100,0

¹ Unilateral: limiares sem mascaramento indicam perda auditiva condutiva unilateral (há um *gap* aparente na OT); Bilateral: os limiares, sem mascaramento, de VA da ONT são, pelo menos, 25 dB melhor do que os limiares de VA da OT; Simétrico: limiares de VA, sem mascaramento, são iguais (simétricos), ou com diferença inferior a 20 dB; Somente-ósseo: há necessidade de mascaramento somente para os limiares de VO, em uma ou em ambas orelhas.

Foram re-testados 315 limiares (VA e VO), 24,8% correspondentes ao modelo unilateral, 33% ao modelo bilateral, 25,1% ao simétrico e 17,1% ao somente-ósseo.

Verificamos que foi re-testado um número maior de limiares por via óssea, em decorrência de não haver a necessidade do re-teste de via aérea para o modelo somente-ósseo.

Nas Tabelas de 4 a 8 são apresentados os resultados referentes à diferença entre os limiares auditivos por via aérea obtidos utilizando-se ambos métodos de mascaramento (Platô e Otimizado), considerando os modelos unilateral, bilateral e simétrico.

Tabela 4. Mínimo, máximo, média e desvio-padrão das diferenças entre os métodos (via aérea).

Modelos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Unilateral, bilateral e simétrico	0	10	0,74	2,10

Tabela 5. Diferenças entre os métodos platô e otimizado, para os modelos unilateral, bilateral e simétrico (via aérea).

Diferença	N = 122	%
Não há diferença (0 e 5)	119	97,5
Há diferença (acima de 5)	3	2,5

n = Número de observações.

Tabela 6. Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo unilateral (via aérea).

Diferença (p-valor=1,0000)	n = 38	%
Não há diferença (0 e 5)	38	100,0
Há diferença (acima de 5)	0	---

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Tabela 7: Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo bilateral (via aérea).

Diferença (p-valor=0,3173)	n = 51	%
Não há diferença (0 e 5)	50	98,0
Há diferença (acima de 5)	1	2,0

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Tabela 8: Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo simétrico (via aérea).

Diferença (p-valor=0,1573)	n = 33	%
Não há diferença (0 e 5)	31	93,9
Há diferença (acima de 5)	2	6,1

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Constatamos que não houve diferença, para o modelo unilateral, entre os limiares auditivos reais para VA, utilizando-se ambos métodos de mascaramento clínico, Platô e Otimizado. Contudo, para o modelo bilateral, constatamos uma diferença de 2% e para o modelo simétrico a diferença foi de 6,1%.

A diferença máxima observada para o re-teste de VA foi de 10 dB, correspondendo a 2,5% dos limiares re-testados, para os modelos unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo.

Nas Tabelas de 9 a 14, são apresentados os resultados referentes à diferença entre os limiares auditivos por via óssea, obtidos utilizando-se ambos métodos de mascaramento (Platô e Otimizado), considerando os modelos unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo.

Tabela 9: Mínimo, máximo, média e desvio-padrão das diferenças entre os métodos (via óssea).

Modelos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Unilateral, bilateral, simétrico e somente ósseo	0	30	2,25	5,10

Tabela 10: Diferenças entre os métodos platô e otimizado nos modelos unilateral, bilateral, somente-ósseo e simétrico (via óssea).

Diferença	N = 193	%
Não há diferença (0 e 5)	178	92,2
Há diferença (acima de 5)	15	7,8

n = Número de observações.

Tabela 11: Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo unilateral (via óssea).

Diferença (p-valor=1,0000)	N = 40	%
Não há diferença (0 e 5)	40	100,0
Há diferença (acima de 5)	0	---

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Tabela 12: Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo bilateral (via óssea).

Diferença (p-valor=0,3173)	N = 53	%
Não há diferença (0 e 5)	52	98,1
Há diferença (acima de 5)	1	1,9

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Tabela 13: Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo simétrico (via óssea).

Diferença (p-valor=0,0047)	N = 53	%
Não há diferença (0 e 5)	45	84,9
Há diferença (acima de 5)	8	15,1

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Tabela 14: Diferenças entre os métodos platô e otimizado no modelo somente ósseo (via óssea).

Diferença (p-valor=0,0143)	N = 47	%
Não há diferença (0 e 5)	41	87,2
Há diferença (acima de 5)	6	12,8

n = Número de observações. P-valor (Teste de Wilcoxon).

Constatamos que não houve diferença para o modelo unilateral, entre os limiares auditivos por VO, utilizando-se ambos métodos de mascaramento clínico,

Platô e Otimizado. Para o modelo bilateral, constatamos uma diferença de 1,9%, para o modelo simétrico, foi observada diferença de 15,1% e para o modelo somente-ósseo 12,8%.

Constatamos que houve diferença estatisticamente significativa para os modelos simétrico e somente-ósseo, durante o re-teste dos limiares auditivos por via óssea

As diferenças observadas para o re-teste de VO variaram de 10 a 30 dB, sendo: 2,6% (10 dB); 2,6% (15 dB); 0,5% (20 dB); 1% (25 dB); 1% (30 dB), considerando o re-teste dos limiares para os modelos unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo.

Constatamos, portanto, que houve um percentual reduzido de diferenças acima de 15 dB.

Na Tabela 15, pode-se observar o número mínimo, médio e máximo de incrementos de mascaramento utilizados para a obtenção dos limiares auditivos por via aérea, comparando-se os métodos Platô e Otimizado, para as freqüências testadas. Será apresentada a análise quanto ao número de incrementos somente para os modelos: unilateral e bilateral, nos quais foram obtidos limiares auditivos similares para um maior percentual de freqüências avaliadas, utilizando-se ambos métodos de mascaramento (Platô e Otimizado).

Tabela 15: Mínimo, máximo, média e desvio-padrão dos incrementos, de acordo com o modelo e o método (via aérea).

Incrementos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Modelo Unilateral (p-valor<0,0000)				
Método Platô	3	6	4,03	1,05
Método Otimizado	1	2	1,50	0,51
Modelo Bilateral (p-valor<0,0000)				
Método Platô	1	6	3,02	12,9
Método Otimizado	1	2	1,57	0,50

De acordo com o teste de *Wilcoxon*, tanto no modelo unilateral quanto no modelo bilateral, para o re-teste dos limiares por via aérea, o método platô apresentou maiores incrementos do que o método otimizado (p-valor<0,0000). Nível de significância em 5% ($\alpha=0,05$).

É possível constatar que o número mínimo de incrementos necessários para o re-teste de VA, para o modelo unilateral, foi de três incrementos, considerando o Método Platô e de um incremento para o Método Otimizado; para o modelo bilateral foi necessário um incremento para o Método Platô e um para o Método Otimizado.

Em relação ao número máximo de incrementos para a realização do mascaramento por VA, foram necessários, para o modelo unilateral e bilateral, seis incrementos para o Método Platô e dois, para o Método Otimizado.

Quanto ao número médio de incrementos foram necessários, aproximadamente, quatro incrementos para o Método Platô e de um incremento para o Método Otimizado, ao se avaliar o modelo unilateral e três incrementos

para o Método Platô e dois para o Método Otimizado, quando avaliado o modelo bilateral.

Na Tabela 16, pode-se identificar o número mínimo, médio e máximo de incrementos de mascaramento utilizados para a obtenção dos limiares auditivos por via óssea, sendo apresentados somente para os modelos: unilateral e bilateral, nos quais foram obtidos limiares auditivos similares para ambos métodos de mascaramento (Platô e Otimizado).

Tabela 16: Mínimo, máximo, média e desvio-padrão dos incrementos, de acordo com o modelo e o método (via óssea).

Incrementos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Modelo Unilateral (p-valor<0,0000)				
Método Platô	3	7	4,73	1,45
Método Otimizado	1	2	1,68	0,47
Modelo Bilateral (p-valor<0,0000)				
Método Platô	1	9	3,21	1,87
Método Otimizado	1	3	1,30	0,57

De acordo com o teste de *Wilcoxon*, tanto no modelo unilateral quanto no modelo bilateral, para o re-teste dos limiares por via óssea, o método platô apresentou maiores incrementos do que o método otimizado (p-valor<0,0000). Nível de significância em 5% ($\alpha=0,05$).

Em relação ao número mínimo de incrementos, para o re-teste de VO foram necessários: três incrementos para o Método Platô e um, para o Método

Otimizado (Modelo Unilateral); um incremento para o Método Platô e um, para o Método Otimizado (Modelo Bilateral).

Quanto ao número máximo de incrementos, para o re-teste de VO foram necessários: sete incrementos para o Método Platô e dois para o Método Otimizado (Modelo Unilateral); nove incrementos para o Método Platô e três para o Método Otimizado (Modelo Bilateral).

O número médio de incrementos, foi aproximadamente, 5 incrementos para o Método Platô e dois para o Método Otimizado (Modelo Unilateral); três incrementos para o Método Platô e um, para o Método Otimizado (Modelo Bilateral).

Observamos que, independente do teste, VA ou VO, o Método Otimizado utilizou um menor número de incrementos para a realização do mascaramento.

5- DISCUSSÃO

A população deste estudo foi composta por um número maior de indivíduos do sexo feminino, na faixa etária entre 41 e 65 anos.

Para a pré-seleção dos prontuários houve a exclusão dos indivíduos com idade superior a 65 anos, o que tornou difícil a seleção dos participantes, pois no Serviço de Saúde Auditiva – CEPRED possui um número considerável de indivíduos cadastrados com esta faixa etária.

Quanto à seleção dos modelos elegíveis para o estudo, estes foram considerados de acordo com a classificação de Turner (2004), que utilizou como parâmetro os limiares audiométricos anteriormente à aplicação do mascaramento, organizando-os em quatro modelos: unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo.

Constatamos que foi avaliado um número maior de indivíduos que se enquadravam no modelo bilateral, sendo 35% dos casos.

Não foi avaliado o mesmo número de casos para cada modelo, decorrente do grande número de indivíduos do Serviço de Saúde Auditiva que apresentam perda auditiva sensorineural simétrica, não se enquadrando aos critérios de seleção, o que tornou difícil a seleção dos casos, de acordo com os modelos estabelecidos. Contudo, o fato de não ter sido avaliado número equivalente de

casos para cada modelo não se constituiu em um problema analítico, visto que foram analisadas as frequências avaliadas com uso de mascaramento, por via aérea e via óssea (Tabela 3).

Verificamos que foi avaliado um número maior de frequências por via óssea, em decorrência de não haver a necessidade do re-teste de via aérea para o modelo somente-ósseo.

Em relação à diferença entre os limiares auditivos por via aérea e via óssea, obtidos utilizando-se ambos métodos de mascaramento (Platô e Otimizado) foi possível constatar um menor percentual de diferenças do que de similaridades, sendo 2,5% para VA e 7,8% para VO, considerando todos os modelos avaliados. O maior percentual de diferenças foi observado para o modelo simétrico.

Segundo Turner (2004), a obtenção do limiar auditivo real ocorre quando se posiciona o ruído mascarante dentro da Região de Platô, o que deve acontecer para ambos métodos, Platô e Otimizado. Sendo assim, provavelmente os limiares auditivos obtidos seriam semelhantes, independente do método de mascaramento utilizado.

Contudo, Turner mencionou em seu artigo de 2004, que a aplicação do Método Otimizado não é apropriada para o modelo simétrico porque os limiares de VA sem mascaramento são menores que 25 dB, o que acarretaria a introdução

de um nível inicial de mascaramento (10 dB abaixo do limiar de VA da OT) inaudível na ONT, intensidade esta insuficiente para a realização do mascaramento.

Esta observação justifica o maior percentual de diferença obtida entre os limiares auditivos para o modelo simétrico, sendo apropriada a aplicação do Método Platô para este modelo, conforme sugerido pelo autor.

Todavia, é importante ressaltar, que mesmo sendo mais indicado o Método Platô para o modelo simétrico, foram encontradas dificuldades para ambos métodos aplicados durante este estudo. Para o Método Platô, em algumas situações foi observado supermascaramento, sendo difícil determinar o limiar auditivo com segurança. Enquanto que com o Método Otimizado, a intensidade inicial não foi capaz de mascarar a ONT, sendo algumas vezes inaudível, conforme mencionado anteriormente.

Ao mencionar as situações em que seria mais indicada a utilização do Método Otimizado, Turner referiu que tal método seria mais bem utilizado, quando os limiares sem mascaramento encontrassem os requisitos para modelos: unilateral e bilateral. O Método Otimizado nunca é apropriado para o modelo simétrico. Quanto ao modelo somente-ósseo, o Método Otimizado pode ser usado quando os limiares de VA sem mascaramento apresentarem diferença maior que 20 dB.

O autor citou dois fatores que poderiam influenciar as medidas reais de limiar: a variabilidade do teste e o mascaramento central. A mensuração do limiar pode variar, tipicamente em mais ou menos 5 dB. Além disso, o mascaramento central pode aumentar o limiar por uma média de 5 dB.

Sanders e Hall III (2001) citaram o efeito do mascaramento central como sendo um fator que afeta as decisões relativas ao mascaramento na audiometria, principalmente, por via óssea.

De acordo com Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001), embora a alteração do limiar produzida pelo mascaramento central seja geralmente considerada em torno de 5 dB, existe considerável variabilidade entre os indivíduos.

Desta forma, para este estudo foi considerado 10 dB como sendo uma diferença significativa para os limiares auditivos obtidos, ao se realizar a comparação entre os métodos.

A fim de se confirmar e complementar os resultados obtidos foram realizadas medidas imitanciométricas. A presença de reflexo estapediano contralateral confirmou o tipo de perda auditiva.

Quanto ao número de incrementos de ruído mascarante, necessários para o re-teste dos limiares auditivos, considerando os modelos (unilateral e bilateral),

em que verificamos similaridades em um maior percentual de freqüências avaliadas, comparando-se os diferentes métodos de mascaramento, é possível constatar que independente do teste, VA ou VO, o Método Otimizado utilizou um menor número de incrementos para a realização do mascaramento, o que reduziu de forma considerável o tempo da avaliação.

Estes dados concordam com as citações de Turner (2004), que afirma que o Método Otimizado é similar ao Método Platô, porém é apresentado com o objetivo de ser mais rápido e de fácil aplicação, devido à utilização de um número inferior de incrementos necessários para alcançar o limiar auditivo real, o que conseqüentemente diminuiria o tempo de teste.

Segundo o autor, por este motivo é chamado Otimizado, pois pode ser otimizado de diversas maneiras com o objetivo de reduzir o tempo da avaliação, podendo ser prático em circunstâncias clínicas às quais a rapidez é essencial, além de reduzir a “fadiga” do ouvido, sendo particularmente vantajoso para ser utilizado com crianças e idosos.

Em relação ao número de incrementos, Hood (1960) não especificou a quantidade necessária para definir o limiar real da OT, somente afirmou que este limiar seria alcançado quando o mesmo permanecesse inalterado após incrementos de mascaramento.

Goldstein (1999) referiu que após 3 incrementos consecutivos seria obtida resposta aceitável. Para Yacullo, 1996, é geralmente recomendado que o nível de mascaramento seja aumentado para uma faixa de, pelo menos, 15 a 20 dB.

Martin (1994) mencionou que a largura do platô pode ser influenciada por três fatores: valores de atenuação interaural; limiares de via aérea da ONT; limiares de via óssea da OT.

Segundo o autor, a atenuação interaural afeta os níveis mínimos e máximos de mascaramento que serão utilizados e que um platô maior é mais vantajoso, pois reduz a possibilidade de ocorrer supermascaramento.

Quanto ao valor dos incrementos, Hood recomendou incrementos de 10 dB, enquanto Goldstein, 1999; Roeser e Clark, 2001, recomendaram passos de 5 dB. Turner (2004) referiu que o uso de passos de 5 dB poderia dobrar o número de níveis de mascaramento e assim, aumentar o tempo de teste, sendo útil somente se o platô fosse estreito e difícil de se definir.

É importante lembrar que, neste estudo, para a análise do número mínimo, médio e máximo de incrementos para o re-teste de VA, assim como, para o re-teste de VO foram utilizados incrementos de 10 dB para o Método Platô, conforme referido por Hood, 1960; Yacullo, 1996 e Turner, 2004.

Turner (2004) ressaltou também que é importante evitar altos níveis de mascaramento e que ocasionalmente, o Método Otimizado especifica um largo aumento no nível de mascaramento e este aumento pode produzir um mascaramento maior que 80 dB NA e que quando isto ocorrer é recomendado considerar aumentos pequenos no nível de mascaramento para identificar o platô.

Lídén *et al.* (1959) observaram que o nível máximo de mascaramento depende de três fatores: a atenuação interaural por via aérea; o limiar de VO da OT e o limiar de desconforto dos pacientes para o nível de ruído mascarante. Desta maneira, os autores sugeriram para a avaliação da via aérea e da via óssea a que o nível de mascaramento máximo é o limiar da via óssea da orelha testada mais o fator de atenuação, devendo-se tomar cuidado para que o nível máximo de mascaramento não ultrapasse o nível de desconforto do paciente.

De acordo Almeida, Russo e Momensohn-Santos (2001), o mascaramento máximo é o nível máximo de ruído mascarante que pode ser utilizado na ONT, sem provocar mudanças nos limiares reais da OT. O cálculo desse nível auxilia o profissional a avaliar a possibilidade de estar ocorrendo o supermascaramento. Segundo as autoras, são dois os fatores que influenciam o nível máximo de mascaramento durante a realização da audiometria: o limiar de via óssea da OT e a atenuação interaural do estímulo mascarante por via aérea.

Neste estudo foi necessário ter cautela ao utilizar o Método Otimizado apresentando à ONT um nível de mascaramento em intensidade elevada, a fim

de evitar desconforto ao paciente. Foi possível verificar o supermascaramento, assim como, o submascaramento, independente do método utilizado.

Portanto, foram observadas limitações para a mensuração precisa dos limiares auditivos em algumas situações.

Sendo assim, é necessário que o audiologista saiba diferenciar os melhores casos para a aplicação de um dos dois métodos.

Este fato concorda com a referência de Turner (2004), que sugere em seu artigo, um protocolo para a utilização de ambos métodos a depender da situação.

Este estudo não teve a pretensão de ser adepto de nenhum dos métodos referidos, mas de analisar novas possibilidades de utilização do mascaramento durante a avaliação audiológica. A partir disso, indicar um método que poderá dar suporte à pesquisas mais ágeis de limiares auditivos, em determinadas situações, com resultados que podem ser considerados fidedignos.

Esta pesquisa buscou seguir um padrão rigoroso para o desenvolvimento da metodologia, como: realização de piloto, análise prévia da efetividade do ruído mascarante, aplicação alternada dos métodos Platô e Otimizado, entre outros.

Com certeza, outros estudos serão necessários, possibilitando novas discussões.

6. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo nos permitem concluir que:

- Não existe diferença significativa entre os métodos de mascaramento (Platô e Otimizado) para a obtenção dos limiares auditivos por via aérea e via óssea, durante a audiometria tonal liminar;

- O Método Platô pôde ser utilizado para os quatro modelos (unilateral, bilateral, simétrico e somente-ósseo), classificados por Turner (2004);

- O Método Otimizado foi mais eficaz para os modelos unilateral e bilateral, e quando comparado ao Método Platô apresentou vantagens, devido à utilização de um menor número de incrementos de ruído mascarante durante a avaliação, o que fez com que a obtenção dos resultados fosse mais rápida, reduzindo o tempo de avaliação;

- O Método Otimizado não foi eficaz para o modelo simétrico, pois o nível inicial de mascaramento (10 dB abaixo do limiar de VA da OT) foi inaudível na ONT, sendo insuficiente para a realização do mascaramento;

- O Método Platô foi o mais indicado para o modelo simétrico, porém em algumas situações foi observado supermascaramento, sendo difícil determinar o limiar auditivo com segurança;

- Foi necessário ter cautela ao utilizar o Método Otimizado apresentando à ONT um nível de mascaramento em intensidade elevada, a fim de evitar desconforto ao paciente.

Diante disso, ambos métodos de mascaramento (Platô e Otimizado) apresentaram vantagens e desvantagens, sugerindo que o audiologista tenha conhecimento destas para que proceda a seleção do método de forma consciente, buscando a obtenção de resultados fidedignos durante a avaliação audiométrica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida K, Russo ICP, Momensohn-Santos T. A aplicação clínica do mascaramento em audiologia. 2ª ed. revisada e ampliada. SP. Lovise. 2001.

American National Standards Institute – Specifications for audiometers: A.N.SI. S3.6, New York, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – Comissão de Estudos e Documentação. Normas Brasileiras de Documentação. Ed. Atual. Rio de Janeiro, 1978. vol. 1.

Bellis TJ. *Dichotic listening, temporal processing and binaural interaction. In Central auditory processing disorders. San Diego: Singular V. 1, 1997, 6: 143-64.*

Benson RW, Charan KK, Day JW, Harris JD, Niemoeller, AF, Rudmose, W, Shaw EAG, Weissler PG. *Limitations on the use of circum-aural earphones. J. Acoust. Soc. Am., 1967, 41(3): 713-4.*

Borton TE, Nolen BL, Lucks SB, Meline NC. *Clinical applicability of insert earphones for audiometry. Audiology, 1989, 28: 61-70.*

Chaiklin JB. *Inter aural attenuation and cross-hearing in air-conduction audiometry. J. Speech Hear. Res., 1967, 2:237-43.*

Chaiklin JB. *Inter aural attenuation and cross-hearing in air-conduction audiometry. In: Chaiklin JB, Ventry IM e Dixon RF. Hearing measurement – A book of readings, 2^{sd} ed. by Addison-Wesley Publishing Company, Inc. USA, 1982, p. 298-303.*

Coles RRA, Priede VM. *On the misdiagnoses resulting from incorrect use of masking. In: Chaiklin JB, Ventry IM e Dixon RF. Hearing measurement – A book of readings, 2^{sd} ed. by Addison-Wesley Publishing Company, Inc. USA, 1982, p. 305-317.*

Coles RRA, Priede VM. *Masking of the non-test ear in speech audiometry. J. Laryngol. Otol., 1975, 89: 217-26.*

Costa-Félix RPB, Brinhosa EC. Aspectos metrológicos na utilização de fones de inserção na prática da audiolgia clínica. Anais de Congresso / Metrologia. 2003.

Denes P, Naunton RF. *Masking in pure tone audiometry. Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1952, 45: 790-794.*

Ganança MM, Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG. *Audiologia clínica. 1^a ed. S.P. Atheneu, 2003.*

Gil D, Borges ACL. Fones de inserção: um estudo em indivíduos audiologicamente normais. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2001, 67: 480 - 87.

Glattke TJ. Equipamentos e calibração. *In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva, 1ª ed. brasileira. São Paulo, Manole, 2001, p. 481- 492.*

Goldstein BA, Newman CW. Mascaramento clínico: tomando decisões. *In: Katz, J. Tratado de audiologia clínica. 1ª edição brasileira. São Paulo, Manole, 1999, p. 109 – 131.*

Goldstein BA, Newman CW. *Masking: a decision make process. In: Katz, J. ed) Handbook of Clinical Audiology. 3th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.*

Hirsh IJ, Bowman Wd. *Masking of speech by bands of noise. J. Acoust. Soc. Am., 1953, 25: 1175-80.*

Hood J. *The principles and practices of bone-conduction audiometry. Laryngoscope. 1960, 70: 1211-1228.*

Killion MC, Wilber LA, Gudmundsen GI. *Insert earphones form more interaural attenuation. Hear. Instr., 1985, 36: 34 - 6.*

Lidén G, Nilsson G, Anderson H. *Masking in clinical audiometry. Acta Otolaryngol.*, 1959, 50: 125-36.

Martin FN, Champlin CA, Chambers JA. *Seventh survey of audiometric practice in United States. Journal American Academy of Audiology*, 1998, 9: 95-104.

Martin FN. *Minimum effective masking levels in threshold audiometry. J. Speech Hear. Dis.*, 1974, 39: 280-5.

Microsoft Encarta 98 Encyclopedia. 1993-1997. Microsoft Corporation.

Mueller, HG, Hall, JW. *Audiologists' Desk Reference Volume II. San Diego: Singular*, 1998.

Naunton RF. *A masking dilemma in bilateral conduction deafness. Arch. Otolaryng.*, 1960, 72: 571-9.

Quirós JB, D'elia N. *El en mascaramiento y la audiometria tonal. In: Quirós JB e D'elia N. Introduccion a la audiometria. Cap. 12. Buenos Aires, Editorial Paidós*, 1973, p. 235-61.

Redondo MC. Mascaramiento clínico. *In: Frota S. Fundamentos em fonoaudiologia: audiologia. R. J.: Guanabara*, 1998, p. 69 – 75.

Redondo MC, Lopes F^o OC. Testes básicos da avaliação auditiva. In Lopes F^o, OC, Campos, CAH – Tratado de otorrinolaringologia. São Paulo, Roca, 1994, p. 545 – 59.

Redondo MC, Lopes F^o OC. Testes básicos da avaliação auditiva. In Lopes F^o (ed), Campiotto AR, Levy C, Redondo MC, Anelli-Bastos W. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo, Tecmedd, 2005, p. 89– 110.

Roeser RJ, Clark JL. *Clinical masking*. In: Roeser R, Valente M, Hosford-Dunn H, eds. *Audiology Diagnosis*. New York: Thieme, 2000, 253-279.

Roeser RJ, Lai L, Clark JL. *Effect of ear canal occlusion on pure-tone threshold sensitivity*. *J Am Acad Audiol.*, 2005, 16(9):740-6.

Russo ICP, Momensohn-Santos T e Almeida K. O uso do mascaramento em audiologia. In: A Prática da audiologia clínica. 5^a ed. revisada e ampliada. São Paulo. Cortez, 2005, p. 97-133.

Sanders JW, Hall III JW. Mascaramento clínico. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*, 1^a ed. brasileira. São Paulo, Manole, 2001, p.63 – 83.

Sanders JW, Rintelmann WF. *Masking in audiometry*. *Arch Otolaryngol*, 1964, 80: 541-556.

Sanders JW, Rintelmann WF. *Masking in audiometry*. In: Chaiklin JB, Ventry IM e Dixon RF. *Hearing measurement – A book of readings, 2^{sd} ed. by Addison-Wesley Publishing Company, Inc. USA, 1982, p. 282-297.*

Silman S, Silverman CA. Basic audiologic testing. In: Silman, S, Silverman, CA. *Auditory diagnosis: principles and applications. San Diego: Singular Publishing, 1997, p. 10-65.*

Studebaker GA. *Clinical masking of air and bone conducted stimuli. J. Speech and Hear. Dis., 1964, 29: 23-35.*

Studebaker GA. *Clinical masking of non-test ear. In: Chaiklin JB, Ventry IM e Dixon RF. Hearing measurement – A book of readings, 2^{sd} ed. by Addison-Wesley Publishing Company, Inc. USA, 1982, p. 320-327.*

Sklare DA, Dennenberg LJ. *Interaural attenuation for tubephone insert earphones. Ear Hear., 1987, 8: 298-300.*

Snyder, JM. *Interaural attenuation characteristics in audiometry. Laryngoscope, 1973, 73:1847-55.*

Studebaker GA. *Clinical masking of non-test ear. J. Speech and Hear. Dis., 1967, 32: 360-371.*

Studebaker GA. *On masking in bone-conduction testing. J. Speech Hear. Res.*, 1962, 5: 215-27.

Studebaker GA. *Clinical masking. In: Rintelmann, WF: Hearing Assessment. Baltimore: University Park Press, 1979, 51-100.*

Turner R. *Masking redux I: an optimized method. Journal American Academy of Audiology*, 2004, 15: 17-28.

Turner R. *Masking redux II: a recommended masking protocol. Journal American Academy of Audiology*, 2004, 15: 29-46.

Wilber LA. *Audiometria Tonal Liminar: via aérea e via óssea. In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva, 1ª ed. brasileira. São Paulo, Manole, 2001, p. 1- 20.*

Yacullo WS. *Clinical masking procedures. Boston: Allyn & Bacon, 1996.*

Zeng X, Liu W, Gong S, Zhong N. *An analysis of the results of central masking effect on healthy ears. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*, 2001, 15 (11): 507-9.

Zwislocki J, Kruger B, Miller JD, Niemoeller AF, Shaw EA, Studebaker G. *Earphones in audiometry. J. Acoust. Soc. Am.*, 1988, 83(4): 1688-9.

Apêndice 1 - Mascaramento ipsilateral (calibração biológica)

As tabelas abaixo relacionadas e o desenho esquemático (*box-plot*) representam as médias e desvios-padrão dos limiares de audibilidade obtidos por via aérea em 20 orelhas de ouvintes normais, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, no processo de calibração biológica.

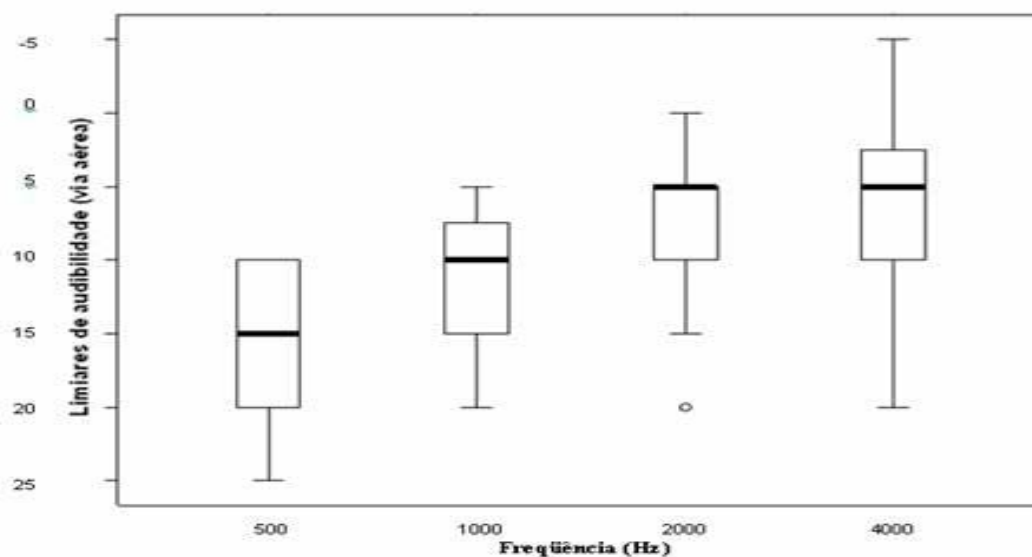
Estatísticas descritivas

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
VAOD_500	20	10	25	15,75	4,94
VAOD_1000	20	5	20	10,50	4,26
VAOD_2000	20	0	20	7,25	5,50
VAOD_4000	20	-5	20	5,50	5,36

	Frequência (Hz)	Percentis		
		25	50	75
Limiares de audibilidade (via aérea)	500	10,00	15,00	20,00
	1000	6,25	10,00	15,00
	2000	5,00	5,00	10,00
	4000	1,25	5,00	10,00

Tabela 17: Média e desvio-padrão dos limiares de audibilidade (via aérea)

Limiares de audibilidade	Média	Desvio-padrão
Frequência		
500 Hz	15,75	4,94
1.000 Hz	10,50	4,26
2.000 Hz	7,25	5,50
4.000 Hz	5,50	5,36



Boxplot dos limiares de audibilidade (via aérea) para as frequências de 500, 1.000, 2.000 e 4.000 Hz.

Na tabela abaixo são apresentados os dados referentes à análise da efetividade do ruído mascarante *Narrow Band*.

Estatísticas descritivas

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
dB_30_VA	40	-5	5	,75	3,11
dB_50_VA	40	-5	5	1,25	2,47
dB_70_VA	40	0	5	,63	1,67

Estatísticas descritivas

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Hz_500_VA	30	-5	5	1,50	2,67
Hz_1000_VA	30	-5	5	,17	2,78
Hz_2000_VA	30	-5	5	,50	2,01
Hz_4000_VA	30	0	5	1,33	2,25

Tabela 18: Média e desvio-padrão por frequência e intensidade da efetividade do ruído mascarante (via aérea).

Efetividade do ruído mascarante	Média	Desvio-padrão
Intensidade		
30 dB	0,75	3,11
50 dB	1,25	2,47
70 dB	0,63	1,67
Frequência		
500 Hz	1,50	2,68
1.000 Hz	0,17	2,78
2.000 Hz	0,50	2,01
4.000 Hz	1,33	2,25

Constatamos que as médias dos valores obtidos foram inferiores a 5dB, confirmando a efetividade do ruído mascarante.

ANEXO 1- Termo de consentimento livre e esclarecido

Nome do participante: _____ Data __/__/__

Pesquisador Principal: Kelly Cristina de Souza Fernandes

Instituição: Pontifícia Universidade Católica – PUC-SP

1. *Título do estudo:* “Mascaramento clínico: limiares auditivos pelos métodos Platô e Otimizado”.
2. *Propósito do estudo:* Verificar se há diferença entre os limiares auditivos obtidos utilizando-se dois métodos de mascaramento clínico: Platô e Otimizado.
3. *Procedimentos:* Realização de audiometria tonal liminar.
4. *Riscos e desconfortos:* Não existem riscos ou desconfortos associados a esta pesquisa.
5. *Benefícios:* Esta pesquisa trará benefícios tanto para área de educação como para a fonoaudiologia, uma vez que os resultados do estudo ajudarão os audiologistas a compreenderem melhor o mascaramento e a conhecerem outros métodos de aplicação deste procedimento durante a avaliação audiométrica.
6. *Compensação financeira:* Não existem compensações financeiras com a participação.
7. *Confidencialidade:* Compreendo que os resultados deste estudo poderão ser publicados em jornais profissionais ou apresentados em congressos profissionais, mas que, meu nome será mantido em sigilo.
8. *Se tiver dúvidas posso telefonar para:* Centro Estadual de Prevenção e Reabilitação das Deficiências – CEPRED, (0xx71) 3270-5616, a qualquer momento. Eu compreendo meus direitos como um sujeito de pesquisa e voluntariamente consinto em participar deste estudo. Compreendo sobre o que, como e porque este estudo está sendo feito. Receberei uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Assinatura do participante

Data: __/__/__

Assinatura do pesquisador

ANEXO 2 - Protocolo do Comitê de Ética

ANEXO 3: Autorização do CEPRED