

Bruna Rabelo Paulinelli

**ESTUDO DA ATENUAÇÃO INTERAURAL DA VIA ÓSSEA EM PACIENTES  
COM PERDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL UNILATERAL**

Trabalho apresentado à banca  
examinadora para conclusão do curso de  
Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina  
da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte

2007

Bruna Rabelo Paulinelli

**ESTUDO DA ATENUAÇÃO INTERAURAL DA VIA ÓSSEA EM PACIENTES  
COM PERDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL UNILATERAL**

Trabalho apresentado à banca  
examinadora para conclusão do curso de  
Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina  
da Universidade Federal de Minas Gerais.  
Orientador (a): Profa. Dra. Sirley Alves da  
Silva Carvalho  
Co-orientador: Profa. Vanessa Mariz

Belo Horizonte

2007

Paulinelli, Bruna Rabelo

**Estudo da atenuação interaural da via óssea em pacientes com perda auditiva neurossensorial unilateral**/Bruna Rabelo Paulinelli.-- Belo Horizonte, 2007.

vii, 42f

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Medicina. Curso de Fonoaudiologia.

Study of the bone conduction interaural attenuation in patients with unilateral hearing loss.

1. Audiometria. 2. Audiometria de tons puros. 3. Atenuação. 4. Perda Auditiva. 5. Perda auditiva neurossensorial.

**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Faculdade de Medicina**  
**Curso de Fonoaudiologia**  
**Departamento de Fonoaudiologia**

Chefe do Departamento: Profa. Dra. Ana Cristina Côrtes Gama  
Coordenador do Curso de Graduação: Letícia Caldas Teixeira

**Bruna Rabelo Paulinelli**

**Estudo da atenuação interaural da via óssea em pacientes com perda  
auditiva neurossensorial unilateral**

Parecerista: Fga. Ms. Renata Jacques Batista

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## **Agradecimentos**

Quero agradecer primeiramente aos pacientes, que se dispuseram a fazer parte da amostra deste estudo com tanta presteza.

À minha orientadora, por ter me ensinado todos os passos de um projeto e ter tido tanta paciência e prontidão durante todo o percurso.

À minha co-orientadora, pela ajuda, principalmente com a revisão da literatura.

À Guta, minha estatística preferida, por ter tido tanta boa vontade e atenção com meu projeto. Valeu por ter ajudado a clarear para mim mesma meus resultados.

À Renata, por ter aceitado participar do trabalho.

À Ana Cristina, por ter sido a base deste projeto, onde tudo começou e se solidificou. Segui seus conselhos até o dia da apresentação final.

À Iara, pela ajuda nas correções.

Ao meu pai, mãe e ao Juninho, por terem me feito companhia e me dado apoio, não só durante a confecção deste plano, mas sempre.

Ao Tulinho, pela ajuda de uma maneira geral.

Aos colegas, por compartilharem as dúvidas, as dificuldades e os acertos.

## Sumário

Agradecimentos .....	v
Listas .....	vii
Resumo .....	viii
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos .....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	4
2.1 Audiometria .....	4
2.2 Mecanismo de condução por via óssea .....	5
2.3 Testagem de via óssea .....	6
2.4 Mascaramento .....	8
2.5 Atenuação interaural .....	8
2.5.1 Definição de atenuação interaural .....	8
2.5.2 Estudos sobre atenuação interaural .....	9
3 MÉTODOS .....	13
3.1 Casuística .....	13
3.2 Materiais .....	13
3.3 Procedimentos .....	13
3.4 Valor da atenuação .....	14
3.5 Análise estatística .....	15
4 RESULTADOS .....	16
5 DISCUSSÃO .....	21
6 CONCLUSÕES .....	24
7 REFERÊNCIAS .....	25
Abstract	
Bibliografia Consultada	

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Limiares de via óssea, sem mascaramento, por orelha testada, em cada sujeito da amostra .....	17
Tabela 2 - Valores de atenuação interaural, por freqüência, encontrados para cada sujeito da amostra .....	18
Tabela 3 - Valores de média e desvio padrão de atenuação interaural para cada sujeito da amostra .....	19
Tabela 4 - Valores de média e desvio padrão de atenuação interaural por freqüência, do grupo avaliado .....	20
Gráfico 1 - Médias e desvios padrão de atenuação interaural, por freqüência, do grupo avaliado .....	21

## Resumo

**Objetivo:** Verificar o valor de atenuação interaural da via óssea na avaliação da audição por meio da Audiometria Tonal Limiar. **Métodos:** Realização de Audiometria Tonal Limiar por via aérea e óssea em 08 pacientes com perda auditiva neurossensorial unilateral de grau moderado a profundo. **Resultados:** Os valores de atenuação interaural variaram entre 0 e 25dB, tendo sido as médias encontradas, por frequência: 500Hz=5,6; 1000Hz=1,9; 2000Hz=6,3; 3000Hz=13,1; 4000Hz=10. Foi realizada a comparação dos valores de atenuação interaural entre os sujeitos, os quais não foram considerados estatisticamente significativos ( $p=0,157$ ), ou seja, mesmo se considerando que alguns sujeitos apresentam valores menores de atenuação interaural, esta diferença não é estatisticamente significativa. Na comparação dos valores de atenuação interaural entre as frequências, os menores valores foram encontrados nas frequências graves (500 e 1000Hz), já nas frequências agudas (2000, 3000 e 4000Hz), as médias foram mais elevadas. Estes valores foram considerados estatisticamente significativos ( $p=0,013$ ) entre as frequências graves e agudas. **Conclusões:** A atenuação interaural pode ser levada em consideração para o cálculo de mascaramento da orelha contralateral durante a testagem da via óssea, para todos os sujeitos e em todas as frequências testadas, principalmente nas agudas. As vantagens são a diminuição do desconforto causado pelo uso intenso do mascaramento em pacientes com valores mais altos de atenuação interaural, além de se evitar o supermascaramento.

## 1 INTRODUÇÃO

A audição é de extrema importância para o ser humano por proporcionar o desenvolvimento da linguagem e ter papel preponderante na comunicação. A avaliação audiológica tem como objetivo detectar possíveis alterações no sistema auditivo, periféricas e/ou centrais, e assim direcionar o diagnóstico e tratamento destes casos, a fim de diminuir possíveis danos decorrentes desta alteração.

Existem diversos procedimentos de avaliação auditiva, dentre eles: audiometria tonal limiar, audiometria vocal, imitanciometria, potenciais evocados auditivos e emissões otoacústicas. A audiometria é um exame subjetivo, ou seja, depende da resposta do paciente, que deve ser realizado com fones de ouvido e um vibrador ósseo, em cabina acústica. Tem a finalidade de mensurar o limiar auditivo para tons puros nas frequências de 250 a 8000Hz para a via aérea, e 500 a 4000Hz para a via óssea (FRAZZA et al., 2003).

Para se obter os limiares auditivos bilaterais em pessoas com perda auditiva neurossensorial unilateral, são necessárias informações referentes aos valores exatos de atenuação interaural. Estes dados permitem saber quando e como aplicar o mascaramento contralateral e conseqüentemente evitar a estimulação e resposta da orelha não testada (MEGERIAN et al., 1996).

Um fenômeno normal que ocorre é a atenuação interaural, isto é, a queda na intensidade (dB) de um estímulo acústico do transdutor audiométrico da orelha testada para a cóclea da orelha não testada. A utilização do mascaramento tem como objetivo a comparação das respostas obtidas por via aérea na orelha testada e os limiares de via óssea da orelha não testada, para, então se saber qual o tipo de perda o paciente apresenta, neurossensorial, condutiva ou mista (GOLDSTEIN & NEWMAN, 1999)

Com exceção de certas considerações teóricas, o interesse na condução do som por via óssea vem da sua utilidade como instrumento diagnóstico útil, aplicado especialmente para determinar a presença de perda auditiva condutiva, conseqüentemente, patologia de orelha média (DIRKS, 1999).

O mascaramento da via óssea, é baseado na hipótese de que atenuação interaural de estímulos na condução óssea é teoricamente 0dB (GOLDSTEIN & NEWMAN, 1999). Entretanto, acredita-se que existam variações dos níveis de atenuação interaural para cada sujeito. É importante conhecer estes valores,

quando se testa a via óssea na Audiometria Tonal Limiar, para que se possa aplicar corretamente um valor de mascaramento na orelha contralateral durante o exame.

Este trabalho buscou analisar os valores de atenuação da via óssea e confrontá-los com a literatura, que muitas vezes é divergente. O fato de na literatura não existir um consenso quanto ao valor de atenuação interaural da via óssea, enfatiza a realização do presente estudo. Vale ressaltar que embora existam poucos dados sobre o tema, esta informação é importante para nortear o procedimento de mascaramento na orelha não testada durante a testagem da via óssea na audiometria tonal liminar.

## 1.1 Objetivos

Este projeto visa pesquisar o valor de atenuação interaural durante a testagem da via óssea na avaliação da audição por meio da Audiometria Tonal Limiar, em sujeitos com perda neurossensorial unilateral.

1. Verificar o valor de atenuação para cada sujeito, em cada frequência pesquisada: 500, 1000, 2000, 3000 e 4000Hz.
2. Comparar os resultados da atenuação entre os sujeitos.
3. Comparar os resultados da atenuação entre as frequências.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Audiometria

A audiometria tonal deve ser a base norteadora da avaliação audiológica, porém, este exame faz parte da rotina clínica há apenas algumas décadas. Até o final do século XIX ele não existia, e os valores de normalização para limiares de audibilidade só foram oficialmente disponíveis em 1951 nos Estados Unidos, com a publicação do documento da ASA (American Standards Association) intitulado "Audiometers for General Diagnostic Purposes". Z24.5 (ASA, 1951).

A ASHA (American Speech-Language-Hearing Association) recomendou um procedimento e a ANSI (American National Standards Organization) publicou normas para os procedimentos da audiometria tonal (ASHA, 1977; ANSI, 1978; ISSO, 1982, 1984). Os valores de normalização foram incorporados ao Apêndice da Norma ANSI de Calibração do Vibrador Ósseo em 1972 e revisados em 1981 e 1992 (ANSI, 1972, 1992).

Por volta de 1937 a A.M.A. propôs normas mínimas para os audiômetros (Relato on Physical Therapy) que encorajaram o uso de audiômetros pelos audiologistas. Os médicos ainda preferiam o diapasão para o diagnóstico diferencial entre perdas auditivas condutivas e sensoriais. A audiometria de tons puros foi aceita para quantificar e monitorar o grau e o tipo de qualquer perda auditiva, mas os limiares por via óssea eram considerados incertos com uma grande variabilidade, apesar da existência de alguns estudos que relatavam o oposto (GREENBAUM, KERRIDGE & ROSS, 1939 *apud* ROBINETTE, 1999).

Quatro principais marcos clínicos ocorreram dentro de um pequeno espaço de quatro anos (1947 – 1951). Os marcos incluíram: (a) a aceitação da audiometria por via óssea, (b) testes de localização para lesões retrococleares, (c) introdução da logaudiometria na prática clínica, e (d) as normas ASA para limiares auditivos normais (ROBINETTE, 1999).

A audiometria tonal (vias aérea e óssea) deve servir como base para avaliação audiológica, juntamente com a história clínica. Ela é importante não somente para quantificar a perda auditiva, mas também para determinar o local da lesão, condutiva ou neurosensorial. Por meio dos testes de via aérea e óssea o examinador

verifica se existe uma diferença entre os limiares de aéreos e ósseos (*gap* aéreo-ósseo), a qual é indicativa da patologia condutiva e da quantidade de ganho na audição que pode ser esperada após a intervenção cirúrgica (TONNDORF, 1964; WILBER, 2001).

A audiometria é um exame subjetivo da audição, realizado com fones de ouvido, ou um vibrador ósseo, em cabina acústica. Tem a finalidade de mensurar a intensidade mínima audível (limiar auditivo) para tons puros. A audiometria tonal liminar visa obter os limiares auditivos por via aérea (através dos fones de ouvido) e por via óssea (através do vibrador ósseo) (FRAZZA et al., 2003).

## **2.2 Mecanismo de condução por via óssea**

O modo pelo qual o som é conduzido por via óssea é muito complexo. Em casos de pessoas com a audição normal ou com perdas leves, a estimulação é feita em parte, pelos mesmos mecanismos da via aérea (LITTLER et al., 1952).

A orelha normal provavelmente faz uso de três formas na recepção do sinal por via óssea. No entanto, um paciente com perda auditiva condutiva não é capaz de fazê-lo (TONNDORF, 1964).

Foi ressaltada a inconveniência de se atribuir a um único mecanismo todo o fenômeno da condução óssea. Sete diferentes componentes que contribuem de alguma forma para a condução por via óssea foram identificados e isolados por meio de cálculos. Estes componentes são: inércia da cadeia ossicular da orelha média, compliância da cavidade da orelha média, compressão da orelha interna, liberação de pressão pelas janelas redonda e oval, inércia do líquido da orelha interna e liberação de pressão pelo aqueduto coclear. Foram descritas três formas de condução óssea: (1) a energia irradiada no meato acústico externo (algumas vezes chamada de ósseo timpânica), na qual o som vibratório da parte óssea do meato é conduzido ao meato acústico externo e então através da membrana timpânica, utilizando a via aérea normal; (2) aceleração do osso temporal (também conhecida como condução óssea por inércia) causada tanto pela resposta de inércia da cadeia ossicular é provável que especialmente da platina do estribo) e os fluidos da orelha interna; e (3) vibrações

distorcidas do osso temporal (também conhecidas como condução óssea por compressão) que estabelecem a onda viajante dentro da cóclea (TONNDORF, 1966).

Foi demonstrado claramente que o modo de excitação dos receptores cocleares era idêntico tanto para os estímulos conduzidos por via aérea como por via óssea. Foi relatado que o deslocamento do vibrador para fora do meio da testa causa apenas uma pequena flutuação relativa nos limiares por via óssea, enquanto que variações semelhantes na colocação no processo mastóideo resultam em mudanças de 10dB ou mais.

A cadeia ossicular no homem parece estar ajustada no sentido de diminuir a condução por via óssea, através do desenvolvimento de massas relativamente substanciais acima do eixo de rotação da cadeia. Apesar desta estrutura não ser ideal para a transmissão por via aérea, ela realmente minimiza o efeito da condução por via óssea.

A maioria dos conceitos geralmente aceitos a respeito da condução óssea foram desenvolvidos a partir das investigações e explicações teóricas de (BARANY, 1938, BEKESY, 1932 *apud* DIRKS, 1999).

Embora cada um dos mecanismos descritos pelos vários pesquisadores, dependendo das condições do experimento, contribua de alguma forma para a condução óssea, dois tipos de estimulação – compressão e inércia – são os conceitos mais comumente aceitos entre os estudiosos mais antigos.

Com exceção de certas considerações teóricas, o interesse na condução do som por via óssea vem da sua utilidade como um instrumento diagnóstico, aplicado especialmente para determinar a presença de perda auditiva condutiva (DIRKS, 1999).

### **2.3 Testagem de via óssea**

Embora na rotina clínica utiliza-se a aplicação do vibrador na mastóide, a confiabilidade interteste é maior quando as medições são realizadas com o vibrador -aplicado na testa. Isto se dá devido ao fato que quando o vibrador é posicionado na mastóide, o som pode ser levado à cóclea via cartilagem da orelha externa, o que invalida a medição da via óssea. Além disso, qualquer mudança de

posição no vibrador quando este está na mastóide pode provocar mudanças de até 10dB nas respostas do paciente; enquanto que na testa, onde o osso tem uma espessura uniforme, a forma de vibração é mais uniforme, sendo que mudanças de até 3cm na posição do vibrador não provoca alteração nas respostas auditivas do ouvinte. Além disso, na testa, as sensações táteis causadas pelas frequências mais baixas são diminuídas (HART & NAUNTON, 1961).

A validade e confiabilidade dos testes que envolvem a via óssea são limitadas devido a erros dos mais variados tipos. Entre estes estão a pobre padronização dos níveis de referência, falta de um procedimento padronizado de mascaramento e o efeito de fatores como as condições da orelha média, variabilidade da espessura e estrutura da pele e osso do crânio e a pressão exercida pelo vibrador na cabeça (STUDEBAKER, 1962).

Os testes por via óssea são muito importantes, sendo essenciais para se medir a reserva coclear. Estes são uma das mais importantes ferramentas para a diferenciação entre perdas auditivas condutivas e neurosensoriais (TONNDORF, 1964).

Os valores de referência para pesquisar a audição por via óssea somente foram descritos a partir de 1966, quando foram publicadas as normas HAIC para esta avaliação (LYBARGER, 1966).

Tradicionalmente, os testes audiométricos por via óssea tem sido realizados com o vibrador localizado no processo mastóideo. A utilização das medidas por via óssea nas avaliações clínicas é baseada geralmente na hipótese que o limiar por via óssea é dependente somente da orelha interna, ao contrário da via aérea (DIRKS & MALMQUIST, 1969).

A preferência do local no crânio talvez tenha sido baseada na suposição errônea de que a orelha sob avaliação poderia ser testada de forma mais independente. Infelizmente, ambas as cócleas podem participar da resposta, independentemente da localização do vibrador ósseo no crânio.

A principal desvantagem em se testar os limiares por via óssea no osso frontal é a sensibilidade reduzida neste local em comparação às medidas obtidas na mastóide. Desta forma, a área dinâmica para o limiar é reduzida quando os testes são realizados com o vibrador colocado na testa (DIRKS, 1999).

## **2.4 Mascaramento**

Na audiometria tonal liminar, mascaramento é definido como sendo o bloqueio de uma orelha por um som mascarante o qual aumenta o limiar de audição desta para que um outro som que está sendo aplicado na orelha contralateral não seja percebido. A intensidade deste som mascarante é determinada em grande parte pela atenuação interaural que o crânio exerce. O estudo da atenuação interaural é possível em sujeitos com anacusia unilateral (LIDEN, 1959).

O mascaramento na orelha não testada deve ser utilizado em todos os testes de audição por via óssea. (LYBARGER, 1966).

Uma requisição especial em todos os teste que envolvem a via óssea é a exclusão da orelha não testada por meio da utilização de um mascaramento eficiente, por via aérea, para, então, todos os limiares auditivos serem validamente relacionados à orelha testada. O mascaramento da orelha não testada durante a realização de testes audiométricos por via óssea é de extrema importância, não somente nos casos de assimetria entre as duas orelhas, mas como uma regra geral (DIRKS, 1964; KHANNA et al., 1976).

## **2.5 Atenuação interaural**

### **2.5.1 Definição de atenuação interaural**

Atenuação interaural é a queda na intensidade (dB) de um estímulo acústico do transdutor audiométrico da orelha testada para a cóclea da orelha não testada. A utilização básica da atenuação interaural é para comparar as respostas obtidas por via aérea na orelha testada e os limiares de via óssea da orelha não testada.

Ao contrário da condução aérea, o menor limite de atenuação interaural para a condução óssea é, essencialmente, 0dB em todas as frequências. Indiferente ao local do posicionamento do vibrador ósseo, tanto a testa como a mastóide, pode-se presumir que ambas as cócleas são estimuladas igual e simultaneamente. Assim sendo, a melhor cóclea induzirá a resposta. Este fato defende

a rotina do uso do mascaramento para a condução óssea quando os limiares de ambas as orelhas são assimétricos (GOLDSTEIN & NEWMAN, 1999).

Em indivíduos com baixa de audição ou anacusia unilateral os valores de atenuação interaural podem ser facilmente obtidos. Isto é possível por meio da diferença entre os limiares por via óssea dos lados bom e ruim.

### **2.5.2 Estudos sobre atenuação interaural**

Foi realizado um estudo para medir o valor de atenuação interaural que ocorre durante a obtenção de limiares por via óssea. Este valor de atenuação não pôde ser medido em pessoas com audição normal, mas sim em indivíduos com perda profunda neurossensorial unilateralmente, e audição normal ou perda menos acentuada do lado oposto. O método para se obter a o valor da atenuação interaural nestes casos é medir os limiares por via óssea nas mastóides direita e esquerda, separadamente. Pois, quando o vibrador estiver posicionado no lado bom, somente a transmissão do som para a orelha boa é efetiva; e quando este estiver posicionado na orelha pior, somente a transmissão da vibração pelo crânio até a orelha boa é efetiva. Portanto, a diferença nos valores desses limiares seria o valor da atenuação interaural. O resultado encontrado foi uma média de 3.4dB de atenuação, tendo sido encontrado um valor negativo, ou seja, o melhor limiar ocorreu quando o vibrador foi colocado na mastóide do lado pior (DEAN,1930).

Uma pesquisa realizada com pacientes cujo um dos labirintos foi totalmente destruído por meios cirúrgicos, comprovou que o estímulo sonoro é percebido da mesma forma pelas duas orelhas, independente da mastóide na qual o condutor ósseo é aplicado. Concluiu-se que o som é transmitido para o lado bom com quase nenhuma perda de intensidade. Portanto, nos testes audiométricos por via óssea a orelha não testada deverá sempre ser mascarada. (DENES & NAUNTON, 1952).

Para um condutor ósseo aplicado à mastóide a diferença de intensidade entre os sons que chegam às orelhas ipsi e contralaterais é praticamente negligível entre as freqüências de 250 e 2000Hz. A atenuação interaural é um importante fator nos testes audiométricos, pois determina a quantidade de som aplicada em uma orelha que atingirá a outra. Quando se deseja testar uma orelha

individualmente, se o som aplicado que chega a outra orelha não estiver abaixo do limiar desta, deve se usar o mascaramento por meio de um som apropriado (ZWISLOCKI, 1953).

O crânio vibra como um todo em 435Hz, e a primeira freqüência de ressonância é em 1800Hz. Em uma pesquisa testando a via óssea bilateralmente em pessoas com perda auditiva neurossenssorial unilateral encontrou uma atenuação de 5 a 10dB em 250Hz e 500Hz. Em 1000 e 2000Hz, foi encontrada uma atenuação de 30dB. Portanto ele concluiu que o isolamento da orelha não testada é a principal questão quando se testa a via óssea (KIRIKAE, 1959).

A atenuação interaural para a condução do som por via óssea aplicado à mastóide direita é negligível e este som será ouvido na orelha esquerda com uma perda de somente alguns decibels, caso a esquerda seja melhor ou igual à direita (HOOD, 1960).

O conhecimento dos valores exatos de atenuação interaural, tanto para a via aérea quanto para a via óssea, é de extrema importância clínica para a testagem de indivíduos com perda auditiva ou anacusia unilateral, pois o som jogado na orelha boa pode cruzar e atrapalhar a testagem da orelha ruim, necessitando assim de corretos valores de mascaramento (HOOD, 1962).

Aplica-se o vibrador ósseo em qualquer parte do crânio de um indivíduo, ambas as orelhas são estimuladas aproximadamente igual. Portanto, a única maneira de se testar a via óssea de cada orelha separadamente é mascarando a orelha não testada. O objetivo deste procedimento é fazer com que o sinal do teste seja inaudível para a orelha não testada sem que o limiar de audibilidade da orelha testada mude para melhor ou para pior.

Indivíduos com perda auditiva assimétrica são difíceis de serem avaliados audiologicamente, pois quando o estímulo é apresentado à orelha ruim, a orelha boa também é estimulada. Neste sentido, um estudo foi realizado com 256 indivíduos com anacusia unilateral com o objetivo de determinar as características de atenuação interaural para as vias aérea e óssea e os estímulos de fala. Os resultados demonstraram para a via óssea valores de atenuação negativos ou de 0dB, indicando o uso do mascaramento na orelha não testada durante os testes audiométricos realizados por via óssea. Os Valores médios de atenuação interaural por via óssea

encontrados foram 8dB para a freqüência de 500Hz, 7dB em 1000Hz, 11dB em 2000Hz e 13dB em 4000Hz (SNYDER, 1973).

Em estudo realizado para se descobrir os valores de atenuação interaural por via aérea de acordo com a freqüência (300 a 14300Hz) em chinchilas, utilizou-se as curvas isopotenciais para o microfonismo coclear produzido pelas orelhas ipsi e contralateralmente estimuladas. O valor da atenuação interaural foi determinado pela subtração da curva isopotencial ipsilateral da curva contralateral. Os valores de atenuação por via aérea encontrados foram maiores nas freqüências mais baixas, e o menor valor encontrado foi de 34dB por volta de 3000Hz (TEAS & NIELSEN, 1975).

A atenuação interaural por via óssea, em função da freqüência (250 a 4000Hz), foi medida em um grupo de 15 pessoas com surdez unilateral e um grupo de 35 pessoas com audição normal. Os pesquisadores testaram primeiramente a via aérea, para ter certeza do tipo de perda e do grau, e posteriormente realizaram a medição da via óssea posicionando o vibrador em uma mastóide de cada vez, sem mascarar nenhuma das orelhas. Os resultados indicaram uma média de valor de atenuação positivo para todas as freqüências, estando o pico em 13dB para ambos os grupos na freqüência de 2000Hz. Houve muita variabilidade intersujeito nas freqüências altas (acima de 2000Hz), o que se suspeita ser decorrente da diferença na espessura do osso do crânio de cada um, e na facilidade da mudança de limiares mesmo com pequenos movimentos do vibrador no crânio do indivíduo.

É importante que se meça a atenuação interaural da maneira mais acurada possível, tanto para que a teoria de condução do som por via óssea seja melhor entendida como para a correta interpretação dos testes audiométricos que utilizam a via óssea, para que diagnósticos mais acurados e confiáveis sejam feitos.

Diz-se que os limiares auditivos por via óssea encontrados em uma orelha podem ser aplicados a ambas as orelhas em casos de audição normal ou perda neurossensorial simétrica. Portanto, existe a dúvida se essa hipótese realmente é verdadeira. A questão é especificamente se o som é transmitido para ambas as cócleas via condução óssea com um mesmo valor de intensidade ou se existe alguma mudança de intensidade que ocorre entre as duas cócleas (NOLAN & LYON, 1981).

Um estudo experimental em modelo animal, com o objetivo de

descrever um método para se determinar a atenuação interaural por frequência específica foi realizado. A amostra foi composta por ratos com perda auditiva neurossensorial unilateral. Os limiares auditivos de tronco encefálico foram obtidos ipsi e contralateralmente nas frequências de 2, 10 e 40kHz. O valor de atenuação interaural foi calculado subtraindo-se o limiar obtido na orelha boa do limiar obtido na orelha ruim. Os valores médios de atenuação interaural encontrados foram 65dB para a frequência de 2kHz, com desvio padrão de 10.5dB; 45dB para 10kHz, com desvio padrão de 8.4dB e 47dB para 40kHz, com desvio padrão de 15.1dB. Estes achados tem importância na decisão da aplicação do mascaramento na orelha não testada quando testes audiométricos por via óssea forem realizados em indivíduos com perda auditiva assimétrica (MEGERIAN et al., 1996).

Infelizmente, para condução óssea, o fator de atenuação interaural é quase desprezível, independente da posição do vibrador no crânio (DIRKS, 1999).

Se uma prótese auditiva por via óssea é implantada bilateralmente, a estimulação de cada lado é realizada assim como as próteses convencionais, por via aérea, ou seja, ambas as cócleas serão estimuladas igualmente, já que, teoricamente nenhuma atenuação interaural existe por via óssea. Portanto, a estimulação ipsilateral não atinge a orelha contralateral com os mesmo valores exatos em todas as frequências do espectro da fala. Em estudo realizado para se descobrir os benefícios da utilização da prótese por via óssea bi ou unilateralmente, objetivou-se medir os valores de atenuação interaural para os sons conduzidos por via óssea. Utilizou-se indivíduos com anacusia unilateral. Foram encontrados para as frequências baixas (500 a 2000Hz) valores de atenuação interaural variando entre 5 e 10dB; e para as frequências altas (maiores que 4000Hz), os valores encontrados foram 10 a 20dB. Foi concluído neste estudo que em frequências mais altas (acima de 4000Hz) a atenuação interaural é significativa para se ter benefício na orelha contralateral de uma prótese por via óssea implantada unilateralmente. Foi concluído, também, que existe uma grande variabilidade inter-sujeitos nesses valores de atenuação interaural (STENFELT, 2005).

### **3 MÉTODOS**

Trata-se de um estudo transversal observacional realizado no período de Abril a Julho de 2007, no Ambulatório de Audiologia do Hospital São Geraldo, HC-UFMG.

O trabalho foi devidamente avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais, parecer nº 106/07.

#### **3.1 Casuística**

A casuística foi composta por 08 sujeitos com perda auditiva neurossensorial unilateral de grau moderado, severo ou profundo, 4 do sexo feminino e 4 do sexo masculino. A idade da população testada variou entre 14 e 80, tendo sido a média de 50,13 anos.

Os critérios de inclusão determinados para a amostra foram: pacientes entre 10 e 80 anos, com perda auditiva neurossensorial unilateral, de grau moderado a profundo.

Os critérios de exclusão foram: pacientes com quaisquer comprometimentos cognitivos e/ou neurológicos; pacientes com perda auditiva condutiva concomitante com a perda auditiva neurossensorial.

Os pacientes foram recrutados no momento da realização da audiometria tonal limiar de rotina no Ambulatório de Audiologia do HC-UFMG. Estes assinaram o TCLE (anexo 1), onde continha explicações sobre a pesquisa.

#### **3.2 Materiais**

Os equipamentos utilizados foram: Otoscópio da marca Kole; Impedanciômetro Impadance audiometer AZ7, da Interacoustics; Audiômetro Amplaid 309, da Clinical Audiometer; Fone TDH-49P, número 21879, da Telephonics, número de série 296D100-1 e vibrador Radioear, B-71.

Os equipamentos citados acima foram calibrados em Março de 2007.

#### **3.3 Procedimentos**

Meatoscopia para a inspeção do conduto auditivo externo;  
 Imitanciometria, para medida da complacência da membrana timpânica e pesquisa dos reflexos estapedianos contralaterais.

Audiometria Tonal Liminar (ATL) por via aérea e via óssea:

Via Aérea: fone posicionado nas orelhas. Freqüências testadas de 250 a 8000Hz, por meio da técnica descendente, em cabina acusticamente tratada (FRAZZA et al., 2003).

Mascaramento de via aérea (sempre que os limiars obtidos por via aérea diferirem em mais de 40dB entre as duas orelhas ou quando o limiar por via óssea da orelha não testada for 40dB melhor que o limiar por via aérea da orelha testada): subtrai-se 40 do limiar por via aérea da orelha testada e soma-se 15 a este valor. Este ruído é jogado na orelha não testada (FRAZZA et al., 2003).

Via óssea: vibrador ósseo posicionado na mastóide, testa-se as freqüências de 500 a 4000Hz, por meio da técnica descendente, em cabina acusticamente tratada (FRAZZA et al., 2003).

Mascaramento de via óssea (sempre): utiliza-se o limiar da orelha não testada acrescido de 10dB (FRAZZA et al., 2003)

Todos esses procedimentos são necessários para a confirmação da perda auditiva neurossensorial com limiars confiáveis, sendo utilizado o critério de classificação de Perda Auditiva segundo Davis & Silvermann, 1970.

### **3.4 Valor da Atenuação**

O valor da atenuação interaural da via óssea foi obtido para cada freqüência por meio da equação abaixo, desenvolvida a partir dos estudos dos seguintes autores: DEAN, 1930; SNYDER, 1973; TIES & NIELSEN, 1975; NOLAN & LYON, 1981; RAPPAPORT et al., 1982; CLARK et al., 1987; MEGERIAN et al., 1996.

$$VA = LVO_{on} - LVO_{op}$$

Onde:

VA: valor de atenuação

LVO<sub>on</sub>: limiar de via óssea obtido na orelha sem perda auditiva

LVO<sub>op</sub>: limiar de via óssea obtido na orelha com a perda auditiva neurossensorial

### **3.5 Análise Estatística**

Foram analisados os resultados dos valores de atenuação para cada frequência testada, em cada sujeito. Esses dados foram comparados entre os sujeitos e entre as frequências, e tratados estatisticamente por meio de análise descritiva. O programa utilizado foi EPI-INFO versão 3.3.

**4 RESULTADOS**

Tabela 1 – Limiares de via óssea, sem mascaramento, por orelha testada, em cada sujeito da amostra.

<b>Paciente</b>	<b>Freqüência (Hz)</b>									
	<b>500</b>		<b>1000</b>		<b>2000</b>		<b>3000</b>		<b>4000</b>	
<b>1</b>	30	10	35	30	55	45	65	50	75	55
<b>2</b>	15	10	-5	0	10	25	30	35	30	40
<b>3</b>	30	20	-10	-10	10	5	30	15	35	10
<b>4</b>	10	15	5	5	5	10	5	5	10	15
<b>5</b>	35	35	50	50	75	70	80	60	65	60
<b>6</b>	5	5	-5	-5	15	5	30	10	35	25
<b>7</b>	25	30	25	20	40	40	35	55	45	50
<b>8</b>	25	25	20	20	40	40	35	45	35	35

EPI-INFO versão 3.3

Tabela 2 – Valores de atenuação interaural, por frequência, encontrados para cada sujeito da amostra.

Sujeito	Frequência (Hz)				
	500	1000	2000	3000	4000
1	20	5	10	15	20
2	5	5	15	5	10
3	10	0	5	15	25
4	5	0	5	0	5
5	0	0	5	20	5
6	0	0	10	20	10
7	5	5	0	20	5
8	0	0	0	10	0

Tabela 3 – Valores de média e desvio padrão de atenuação interaural para cada sujeito da amostra.

	<b>Sujeitos</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Média*</b>	14	8	11	3	6	8	7	2
<b>Variância</b>	42,5	20	92,5	7,5	67,5	70	57,5	20
<b>Valor máximo</b>	20	15	25	5	20	20	20	10
<b>Valor mínimo</b>	5	5	0	0	0	0	0	0
<b>Desvio padrão</b>	6,52	4,48	9,6	2,74	8,2	8,37	7,58	4,47

\*  $\rho = 0,157$

EPI-INFO versão 3.3

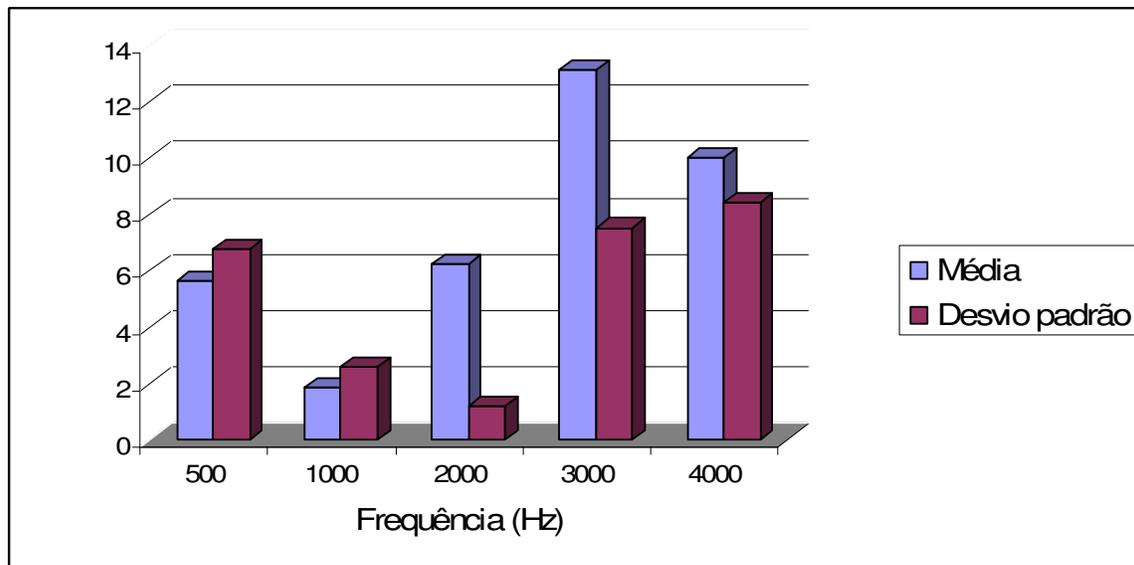
Tabela 4 – Valores de média e desvio padrão de atenuação interaural por frequência, do grupo avaliado.

	<b>Frequência (Hz)</b>				
	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>3000</b>	<b>4000</b>
<b>Média*</b>	5,635	1,88	6,25	13,13	10
<b>Variância</b>	45,98	6,67	26,79	56,7	71,43
<b>Valor máximo</b>	20	5	15	20	25
<b>Valor mínimo</b>	5	0	0	0	0
<b>Desvio padrão</b>	6,78	2,59	1,18	7,53	8,45

\*  $p=0,013$

EPI-INFO versão 3.3

Gráfico 1 – Médias e desvios padrão de atenuação interaural, por frequência, do grupo avaliado.



EPI-INFO versão 3.3

## 5 DISCUSSÃO

Para este trabalho foi realizada a audiometria tonal de via aérea e via óssea, por esta fazer parte da rotina clínica quando se quer saber o grau e tipo de perda auditiva (Barany, 1938, Békesy, 1932 *apud* Dirks, 1999; Greenbaum, Kerridge & Ross, 1939 *apud* Robinette, 1999; ASA, 1951; Littler et al., 1952; Tonndorf, 1964; Tonndorf, 1966; Lybarger, 1966; Robinette, 1999; Wilber, 2001; Frazza et al., 2003).

Foram utilizados os critérios segundo recomendação da ASHA, 1977.

O vibrador ósseo utilizado está calibrado segundo as normas da ANSI 1972, 1992. Neste estudo foi realizada a aplicação deste vibrador na mastóide do sujeito, assim como é utilizado na rotina clínica e foi preconizado previamente na metodologia, conforme Hart & Naunton, 1961; Dirks & Malmquist, 1969; Dirks, 1999.

Para a realização da audiometria vários estudos apontam a importância da utilização do mascaramento na orelha contralateral por via aérea e óssea, principalmente nos casos de perdas auditivas neurosensoriais unilaterais Liden, 1959; Dirks, 1964; Lybarger, 1966; Khanna et al., 1976; Goldstein & Newman, 1999. No presente estudo o grupo avaliado apresentou perda neurosensorial unilateral, portanto, foi utilizado o mascaramento na orelha não testada, para a obtenção dos limiares aéreos e ósseos, antes da pesquisa da atenuação da via óssea.

A tabela 1 mostra os limiares de via óssea, sem mascaramento, para cada orelha testada, em cada sujeito. Estes limiares foram utilizados para calcular os valores de atenuação interaural, o que foi também realizado nas pesquisas de vários autores (Dean, 1930; Kirikae, 1959; Snyder, 1973; Teas & Nielsen, 1975; Nolan & Lyon, 1981; Rappaport et al., 1982; Megerian et al., 1996; Stenfelt, 2005).

Em relação à atenuação interaural da via óssea, trabalhos já realizados enfatizam a importância clínica deste. Os valores encontrados neste estudo por frequência, para cada sujeito estão disponibilizados na tabela 2, onde se pode observar que, em função dos sujeitos e das frequências, estes são variados, neste caso sendo maior em 4000Hz e menor em 1000Hz. Este achado corrobora com Stenfelt, 2005. Outros trabalhos também foram realizados, porém com resultados diferentes, discutidos detalhadamente a seguir (Dean, 1930; Denes & Naunton, 1952; Zwislocki, 1953; Kirikae, 1959; Hood, 1960; Snyder, 1973; Teas & Nielsen, 1975; Nolan

& Lyon, 1981; Rappaport et al., 1982; Megerian et al., 1996; Dirks, 1999; Goldstein & Newman, 1999).

Os valores absolutos de atenuação interaural da via óssea, nesta pesquisa, variaram entre 0 e 25dB, não tendo sido encontrados valores negativos. A maior variação ocorreu no sujeito 3, entre 0 e 25dB. O sujeito 1 mostrou valores entre 5 e 20dB; sujeito 2 entre 5 e 15dB; sujeito 4 entre 0 e 5dB; sujeito 5 entre 0 e 20dB; sujeito 6 entre 0 e 20dB; sujeito 7 entre 0 e 20dB; sujeito 8 entre 0 e 10dB. Este fato corrobora com Kirikae, 1959; Teas & Nielsen, 1975; Nolan & Lyon, 1981; Rappaport et al., 1982; Megerian et al., 1996; Stenfelt, 2005 e discorda de Dean, 1930; Snyder, 1973, que encontraram valores negativos de atenuação interaural, o que provavelmente se deve ao fato de diferenças na espessura do osso do crânio dos sujeitos das pesquisas, do tipo do aparelho e vibrador utilizados. Discorda também de Denes & Naunton, 1952; Zwislocki, 1953; Hood, 1960; Dirks, 1999; Goldstein & Newman, 1999, pelo fato destes autores terem encontrado valores negligíveis de atenuação interaural, ou seja, por volta de 0dB. Provavelmente pela mesma razão descrita anteriormente: diferenças na espessura do crânio dos indivíduos, tipos de aparelho e vibrador utilizados.

A variabilidade de atenuação interaural intersujeito (0 a 25dB) nas frequências altas (acima de 2000Hz), foi também encontrado por Nolan & Lyon, 1981.

Foram comparados os valores de atenuação interaural entre os sujeitos (tabela 3), sendo que a diferença não foi estatisticamente significativa ( $p=0,157$ ). Isto sugere que a atenuação interaural pode ser considerada relevante para todos os sujeitos submetidos à testagem de via óssea, pois embora alguns tenham apresentado estes valores mais baixos, a diferença não foi estatisticamente significativa, o que concorda com Kirikae, 1959; Teas & Nielsen, 1975; Nolan & Lyon, 1981; Rappaport et al., 1982; Megerian et al., 1996; Stenfelt, 2005.

Quando comparou-se os valores de atenuação interaural entre as frequências (tabela 4, gráfico 1), foram encontrados menores valores nas frequências graves (500 e 1000Hz), os quais foram 5,635 e 1,88. Já nas frequências agudas (2000, 3000 e 4000Hz), as médias foram mais elevadas, 6,25; 13,13 e 10, o que corrobora com os achados de Snyder, 1973 e Stenfelt, 2005 e discorda de Teas & Nielsen, 1975; Rappaport et al., 1982.

Considerando as médias de todos os sujeitos, por frequência, encontrou-se diferença estatisticamente significativa ( $p=0,013$ ). Esta diferença ocorreu entre as frequências graves e agudas, o que concorda com Kirikae, 1959; Nolan & Lyon, 1981; Megerian et al., 1996; Stenfelt, 2005. Portanto, a atenuação interaural por via óssea pode ser considerada principalmente nas frequências agudas, pois, nestas frequências, as médias foram estatisticamente mais elevadas que nas frequências graves.

Este estudo aponta que a atenuação interaural por via óssea pode ser sempre considerada na realização da audiometria tonal liminar, para todos os sujeitos, pois a diferença não foi estatisticamente significativa entre aqueles que apresentaram maiores ou menores médias, e, principalmente, nas frequências agudas, já que estas apresentaram médias estatisticamente mais elevadas que as frequências graves. Principalmente pelo fato de alguns sujeitos apresentarem valores de atenuação de até 25dB. Considerando que o som apresenta escala logarítmica, dependendo do limiar de audição da orelha não testada, a aplicação de 25dB de ruído mascarante, acima do necessário, pode gerar grande desconforto ao paciente, ou até mesmo supermascarar e influenciar o resultado do exame.

Como o presente trabalho tratou-se de um estudo piloto, sugere-se a continuidade da pesquisa aumentando o  $n$  da amostra, para resultados mais abrangentes.

## 6 CONCLUSÕES

- 1- Todos os sujeitos deste estudo apresentaram atenuação interaural por via óssea em, no mínimo, uma das freqüências testadas, sendo que a maioria ( $n=7$ ) apresentou atenuação em mais de 3 freqüências. Os valores de atenuação para cada sujeito, em cada freqüência, foram variados, contudo atingiram mínimo e máximo de 0 e 25dB, respectivamente, não tendo sido encontrados valores negativos. Esta variabilidade foi maior no sujeito 3, entre 0 e 25dB. Os outros sujeitos mostraram valores entre 5 e 20dB (1); 5 e 15dB (2); entre 0 e 5dB (4); entre 0 e 20dB (5, 6 e 7); entre 0 e 10dB (8). Em função da freqüência, a maior variabilidade foi em 4000Hz, e a menor em 1000Hz.
  
- 2- Com este estudo pôde se concluir que a diferença entre os valores de atenuação interaural entre os sujeitos não foi estatisticamente significativa ( $p=0,157$ ). Portanto, a atenuação interaural pode ser considerada relevante para todos os sujeitos submetidos à testagem de via óssea, pois embora alguns tenham apresentado valores maiores ou menores, esta diferença não foi significante.
  
- 3- Quando comparou-se os valores de atenuação interaural de via óssea entre as freqüências, foram encontrados menores valores nas freqüências graves (500 e 1000Hz). Já nas freqüências agudas (2000, 3000 e 4000Hz), as médias foram mais elevadas. A diferença entre estas médias de atenuação interaural foi estatisticamente significativa ( $p=0,013$ ), sendo esta diferença entre as freqüências graves e agudas. Este resultado sugere que a atenuação interaural por via óssea pode ser considerada, principalmente para as freqüências agudas, já que estas apresentaram médias estatisticamente mais elevadas que as graves. Apesar disso, os achados deste estudo apontam para a importância de se considerar a atenuação interaural por via óssea em todas as freqüências.

## 7 REFERÊNCIAS

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. (1972) American National Standard for an artificial headbone for the calibration of Audiometer Bone Vibrators (ANSI S3.13). New York: Author.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. (1992) American National Standard Reference Equivalent Zero for the calibration of Pure-Tone Bone Conduction Audiometers (ANSI 43-1992). New York: Author.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. (1994) American National Standard Acoustical Terminology (ANSI S1.1-1994). New York: Author.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. (1995) American National Standard Psychoacoustical Terminology (ANSI S3.20-1995). New York: Author.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. (1996) American National Standard Specifications for Audiometers (ANSI S3.6-1996). New York: Author.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. (1977). Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry. *Asha*, 19, 236-240.

AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION. (1951). Audiometers for General Diagnostic Purposes (Z24.5). New York: Author.

ARNOLD S & BURKARD R. Studies on interaural attenuation to investigate the validity of a dichotic difference tone response recorded from the inferior colliculus in the chinchilla. *J. Acoust. Soc. Am.* 2000 Mar;107(3):1541-1547.

BARANY E. A contribution to the physiology of bone conduction. *Acta Otolaryngol.* 1938;26(Suppl):1-223 citado em DIRKS, D. Avaliação dos limiares auditivos por via óssea. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4ª ed. São Paulo: Manole, 1999.

BEKESY GV. Zur theorie des noren bei der schallaufnahme durch knochenleitung. Ann Physik. 1932;13:111-136 citado em DIRKS, D. Avaliação dos limiares auditivos por via óssea. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4º ed. São Paulo: Manole, 1999.

DEAN CE. Audition by bone conduction. J Acoust Soc Am. 1930;2:281-296.

DENES P & NAUNTON RF. Masking in pure-tone audiometry. Proc R Soc Med. 1952 Nov;45(11):790-4.

DIRKS D. Factors related to bone conduction reliability. Arch Otolaryngol. 1964 Jun;79:551-8.

DIRKS D. Bone-conduction measurements. Effects of vibrator, placement, and masking. Arch Otolaryngol, 1964 Jun;79:594-9.

DIRKS D, MALMQUIST CM, BOWER DR. Toward the specification of normal bone-conduction thresholds. J Acoust Soc Am. 1968 Jun;43(6):1237-42.

DIRKS D & MALMQUIST CM. Comparison of frontal and mastoid bone-conduction thresholds in various conductive lesions. J Speech Hear Res. 1969 Dec;12(4):725-46.

DIRKS D. Avaliação dos limiares auditivos por via óssea. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4º ed. São Paulo: Manole, 1999.

FRAZZA MM, CAOVIALLA HH, MUNHOZ MSL, SILVA MLG & GANANÇA MM. Audiometria Tonal e Vocal. In: MUNHOZ MSL, CAOVIALLA HH, SILVA MLG & GANANÇA MM. Audiologia clinica. São Paulo: Atheneu, 2003.

FRAZZA MM, SILVA MLG, MUNHOZ MSL, GANANÇA MM & CAOVIALLA HH. Mascaramento. In: MUNHOZ MSL, CAOVIALLA HH, SILVA MLG & GANANÇA MM. Audiologia clinica. São Paulo: Atheneu, 2003.

GOLDSTEIN BA & NEWMAN CW. Mascaramento Clínico: Tomando Decisões. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4º ed. São Paulo: Manole, 1999.

GREENBAUM A, KERRIDGE B & ROSS E. Normal hearing by bone conduction. J Laryngol Otol.. 1939;59:88-92 citado em ROBINETTE, MS. Analisando os Resultados Audiométricos. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4º ed. São Paulo: Manole, 1999.

HART CW & NAUNTON RF. Frontal bone conduction tests in clinical audiometry. Laryngoscope. 1961 Jan;71:24-9.

HOOD JD. The principles and practice of bone conduction audiometry: A review of the present position. Laryngoscope. 1960 Sep;70:1211-28.

KHANNA SM, TONNDORF J & QUELLER JE. Mechanical parameters of hearing by bone conduction. J. Acoust Soc. Am.. 1976 Jul;60(1):139-154.

KIRIKAE I. An experimental study on the fundamental mechanism of bone conduction. Acta Otolaryngol Suppl. 1959;145:1-111.

LIDEN G, NILSSON G & ANDERSON H. Narrow band masking with white noise. Acta Otolaryngol. 1959 Mar-Apr;50(2):116-24.

LITTLER TS, KNIGHT JJ & STRANGE PH. Hearing by bone conduction and the use of bone-conduction hearing aids. Proc R Soc Med. 1952 Nov;45(11):783-90.

LYBARGER SF. Interim bone conduction thresholds for audiometry. J Acoust Am. 1966 Nov;40(5):1189-90.

MEGERIAN CA, BURKARD RF & RAVICZ ME. A method for determining interaural attenuation in animal models of asymmetric hearing loss. Audiol Neurootol. 1996 Jul-Aug;1(4):214-9.

NOLAN M & LYON DJ. Transcranial attenuation in bone conduction audiometry. The journal of Laryngology and Otology. 1981 Jun;95:597-608.

RAPPAPORT BZ, FAUSTI SA, SCHECHTER MA & FREY RH. Investigation of interaural attenuation factors for frequencies above 8000Hz. J. Acoust. Soc. A.. Oct 1982;72(4):1297-1298.

RINTELMANN WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. São Paulo: Manole, 2001.

ROBINETTE MS. Analisando os Resultados Audiométricos. In: KATZ, J. Tratado de audiologia clínica. 4º ed. São Paulo: Manole, 1999.

SNYDER JM. Interaural attenuation characteristics in audiometry. The laryngoscope. 1973 Nov;83(11):1847-55.

STENFELT S. Bilateral fitting of BAHAs and BAHA fitted in unilateral deaf persons: Acoustical aspects. International Journal of Audiology. 2005;44:178-189.

STUDEBACKER GA. On masking in bone conduction testing. J Speech Hear Res. 1962 Dec;5(3):21-31.

STUDEBACKER GA. Placement of vibrator in bone-conduction testing. J Speech Hear Res. 1962 Dec;5(3):21-31.

TEAS DC & NIELSEN DW. Interaural attenuation versus frequency for guinea pig and chinchilla CM response. J. Acoust. Soc. Am.. 1975 Nov;58(5):1066-1072.

TONNDORF J. Animal experiments in bone conduction: clinical conclusions. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1964 Sep;73:658-78.

TONNDORF J, CAMPBELL RA, BERNSTEIN L AND RENEAU JP. Bone conduction.

Studies in experimental animals. Acta Otolaryngol. 1966; Suppl 213:1.

ZWISLOCKI J. Acoustic attenuation between ears. J Acoust Soc Am. 1953;25:752-759.

WILBER LA. Audiometria Tonal Liminar: Via Aérea e Via Óssea. In: MUSIEK, FE;  
RINTELMANN, WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. São Paulo: Manole,  
2001.

**ANEXO 1**

**CARTA DE INFORMAÇÃO AO PARTICIPANTE**

Caro(a) Senhor(a)

Estamos desenvolvendo uma pesquisa cujo título é “ESTUDO DA ATENUAÇÃO INTERAURAL DA VIA ÓSSEA EM PACIENTES COM PERDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL UNILATERAL”. O objetivo deste estudo é pesquisar o possível valor de atenuação interaural (quando um som entra em um de nossos ouvidos, parte dele é levado por meio do osso para o outro ouvido, e parte dele se perde no ar, esse tanto que se perde no ar é o valor de atenuação interaural) que ocorre durante a testagem da via óssea na Audiometria Tonal Limiar, ou seja, o tanto de som que passa de um ouvido ao outro quando se põe o vibrador ósseo (é uma bolinha pequena que fica na ponta de um arco, e este arco é colocado na nossa cabeça, com a vibrador encostando atrás da nossa orelha, ele vibra, igual massageador, e quando isso acontece, escutamos um som) de um lado específico (direito ou esquerdo), e para alcançar este fim gostaríamos que o Sr(a) se submetesse a três tipos de exame: no primeiro, será colocada uma luzinha dentro do seu ouvido, para ver como ele está; depois, será colocado um fone em uma orelha e uma borrachinha na outra, na qual você sentirá uma pressão pequena e um apito; por último, será colocado um fone nas duas orelhas e você ouvirá alguns apitos, tendo que levantar a mão cada vez que ouvi-los, depois, será colocado um vibrador ósseo (é uma bolinha pequena que fica na ponta de um arco, e este arco é colocado na nossa cabeça, com a vibrador encostando atrás da nossa orelha, ele vibra, igual massageador, e quando isso acontece, escutamos um som) atrás da sua orelha, uma de cada vez, e você também ouvirá alguns apitos, tendo que levantar a mão a cada vez que ouvi-los.

Informo que o Sr(a) tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre esclarecimentos de eventuais dúvidas. Também lhe é garantida a liberdade de retirada do consentimento a qualquer momento, lhe sendo permitido deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ao seu atendimento no Hospital das Clínicas ou à sua integridade. Garantimos que os resultados obtidos serão analisados

em conjunto com os de outros participantes, não sendo divulgadas identificações em momento algum da pesquisa.

O Sr(a) tem o direito de ser informado sempre que desejar sobre os resultados parciais das pesquisas e caso seja solicitado, todas as informações serão respondidas e esclarecidas. Em caso de dúvidas sobre a ética do estudo, o Sr(a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, que se localiza à Av. Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2 andar, Campus Pampulha, CEP 31270-901, telefone (31) 3499-4592. Não existirão despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Caso haja qualquer despesa adicional, a mesma será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para pesquisa, sendo os resultados veiculados por meio de artigos científicos em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem nunca tornar possível identificações dos participantes.

Em anexo está o consentimento livre e esclarecido para ser assinado caso tenha concordado e não tenha restado qualquer dúvida.

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Sirley Alves Carvalho

Pesquisador responsável

(31) 3075-6934

### ***Termo de Consentimento Livre e Esclarecido***

Eu, \_\_\_\_\_, concordo com a participação na pesquisa “ESTUDO DA ATENUAÇÃO INTERAURAL DA VIA ÓSSEA EM PACIENTES COM PERDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL UNILATERAL” e dou meu consentimento para que os resultados do exame realizado sejam utilizados para fins científicos, uma vez que meu anonimato foi garantido. Fui informado dos objetivos e procedimentos a serem realizados nesta pesquisa e concordo com a divulgação dos dados encontrados.

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do entrevistado

## Abstract

**Purpose:** to verify the value of the bone conduction interaural attenuation in the auditory assessment by pure tone audiometry. **Methods:** 08 unilateral hearing loss patients were submitted to a pure tone audiometry, by air and bone conduction. **Results:** the interaural attenuation values, in each frequency, for each patient, varied between 0 and 25dB, the mean values, for each frequency were: 500Hz=5,6; 1000Hz=1,9; 2000Hz=6,3; 3000Hz=13,1; 4000Hz=10. The comparison of these values between the subjects was not statistically significant ( $p=0,157$ ), even though some people have lower interaural attenuation values, the difference is not statistically significant. In the comparison of the interaural attenuation values between the frequencies, the lowest values were founded in the lower frequencies (500 e 1000Hz) and the highest ones were founded in the higher frequencies (2000, 3000 e 4000Hz). The difference was statistically significant ( $p=0,013$ ), between the lower and higher frequencies. **Conclusions:** Interaural attenuation must be considered when calculating masking values in the non tested ear during bone conduction testing, for all subjects and at all frequencies, especially in the higher frequencies. The advantages are avoiding super masking or even discomfort for those patients who have higher interaural attenuation values.

## **Bibliografia consultada**

1. ROTHER, ET, BRAGA, MER. Como elaborar sua tese: Estrutura e referências. São Paulo, 2001.