

Sheila Jacques Oppitz¹
Luize Caroline Lima da Silva¹
Michele Vargas Garcia¹
Aron Ferreira da Silveira¹

Limiars de audibilidade de altas frequências em indivíduos adultos normo-ouvintes

High-frequency auditory thresholds in normal hearing adults

Descritores

Audição
Adulto
Limiar Auditivo
Audiometria
Normo-ouvintes

Keywords

Hearing
Adult
Auditory Threshold
Audiometry
Normal Hearing Individuals

RESUMO

Objetivo: Avaliar os limiars auditivos nas altas frequências, buscando comparar as respostas entre as orelhas, verificar a correlação do nível de audibilidade com o aumento da idade e analisar as respostas por frequência para adultos normo-ouvintes. **Método:** Este estudo foi prospectivo, quantitativo e transversal, com amostra por conveniência. Fizeram parte da amostra 60 sujeitos, com idade entre 18 e 58 anos, média de idade de 25,8 anos, com limiars auditivos dentro dos padrões de normalidade de 250 a 8000 Hz e normalidade de resultados nas medidas de imitância acústica. Para a pesquisa das altas frequências foi utilizado o equipamento de modelo AS10 HF da marca Interacoustics com fones de ouvido do tipo KOSS R/80 e com limiars expressos em dBNPS. **Resultados:** Quanto aos limiars de audibilidade há um aumento para a orelha direita, com significância estatística em 10, 11 e 14 kHz e uma tendência à significância em 13 kHz, assim como a partir da frequência de 14 kHz há um aumento progressivo diretamente proporcional à frequência bilateralmente e quanto maior for a idade dos indivíduos, maiores serão os limiars para todas as frequências. **Conclusão:** Os limiars de audibilidade de altas frequências tornam-se maiores com um aumento progressivo proporcional ao avanço de frequência e idade de indivíduos normo-ouvintes com valores mais elevados para a orelha direita.

ABSTRACT

Purpose: Evaluate high-frequency auditory thresholds, seeking to compare responses between the ears, to verify the correlation between hearing level and aging and analyze frequency responses in normal hearing adults. **Methods:** This is a prospective, quantitative, transversal study conducted with a convenience sample. Study participants were 60 individuals aged 18 to 58 years (mean=25.82) with auditory thresholds within normality standards (250-8000 Hz) and normal results in acoustic immittance measurements. High-frequency pure-tone hearing thresholds were determined using an Interacoustics AS10HF audiometer with electrodynamic high-fidelity KOSS R/80 headphones, with thresholds expressed in dBNPS. **Results:** Hearing thresholds showed an increase for the right ear with statistical significance at the 10, 11 and 14 kHz frequencies and a tendency to significance at 13 kHz. As of the 14 kHz frequency, a progressive increase directly proportional to the frequency was observed bilaterally, with the thresholds increasing proportionally to age advancement for all frequencies. **Conclusion:** High-frequency auditory thresholds progressively increase proportionally to frequency and age advancement in normal hearing individuals, with higher values for the right ear.

Endereço para correspondência:

Sheila Jacques Oppitz
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria (RS), Brasil, CEP: 97105-900.
E-mail: she_oppitz@hotmail.com

Recebido em: Agosto 12, 2017

Aceito em: Novembro 27, 2017

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Fonoaudiologia de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Santa Maria (RS), Brasil.

¹Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Santa Maria (RS), Brasil.

Fonte de financiamento: nada a declarar.

Conflito de interesses: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

Os testes comportamentais visam avaliar o sistema auditivo desde sua porção periférica até a central e demonstram a resposta efetiva do sujeito a partir do que ele ouve. A Audiometria Tonal Liminar (ATL) é um procedimento comportamental, psicoacústico, padronizado para descrever a sensibilidade auditiva, chamada de audiometria convencional e testa as frequências entre 250 Hz e 8 kHz. O padrão de normalidade para a audiometria convencional é estabelecido a partir da média tritonal dos limiares das frequências de 500 Hz, 1 e 2 kHz menor que 25 dBNA^(1,2).

Aliada à audiometria convencional no monitoramento da audição, encontra-se a Audiometria de Altas Frequências (AAF). Reconhecida desde a década de 60, mas pouco utilizada na prática clínica atualmente, possibilita avaliar os limiares auditivos tonais aéreos de 9 kHz a 20 kHz. Esta avaliação permite a verificação de alteração por lesão na base do ducto coclear, antes que ocorra acometimento das frequências testadas na audiometria convencional, assim como pode ser utilizada no monitoramento da audição de indivíduos sob risco de desenvolverem alterações auditivas, por serem as primeiras frequências a serem atingidas, auxiliando na detecção precoce de perdas auditivas induzidas por drogas ototóxicas, exposição prolongada a ruído, presbiacusia, sequelas de otites, entre outras.

A AAF também pode fornecer subsídios de dificuldades de compreensão de fala em ambientes ruidosos, devido as altas frequências serem necessárias para a decodificação dos sinais da fala, para a discriminação dos sons consonantais e para o reconhecimento de fala⁽³⁻⁵⁾.

A importância desse estudo está centrada em que há pesquisas científicas utilizando AAF desde 1929, sendo Fletcher um dos pioneiros, introduzindo clinicamente no início da década de 60, mostrando que danos na audição não poderiam ser detectados apenas pela audiometria convencional (250 Hz a 8 kHz)⁽³⁾. Embora a utilização da AAF tenha sido facilitada nos últimos anos, pelo fato de os audiômetros comercializados passarem a incorporar frequências superiores a 8 kHz^(4,6), ainda é pouco utilizada por haver carência de consenso literário quanto aos resultados, tornando obscuro o conhecimento relacionado à normalidade e à alteração, os estudos evidenciam uma grande variação de metodologias aplicadas e, além disso, a maioria dos resultados já obtidos são respostas em nível de pressão sonora⁽⁷⁾.

Diversos estudos alertam para o fato de que ainda não existe um consenso com relação aos padrões de calibração das altas frequências. Ocorrem diferenças na calibração dos equipamentos utilizados, nas metodologias empregadas, nos resultados encontrados e na sua interpretação, de acordo com a população estudada^(8,9).

Dessa forma, torna-se fundamental a realização de mais estudos seriados e consistentes a respeito dos padrões dos limiares de audibilidade das altas frequências em indivíduos sem queixas audiológicas, nas diferentes faixas etárias. Diante dessas considerações, o presente trabalho se propõe a analisar os resultados dos limiares de audibilidade das altas frequências, em nível de pressão sonora, de indivíduos entre 18 e 58 anos sem queixas otológicas.

MÉTODO

Os procedimentos e avaliações foram realizados no ambulatório de Audiologia de um Hospital Universitário, contando com a colaboração de alunos de graduação do curso de Fonoaudiologia e pós-graduação. É um estudo prospectivo, transversal e quantitativo que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o número 25933514.1.0000.5346.

Para compor a amostra, os indivíduos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de elegibilidade: compreensão dos procedimentos; idade entre 18 e 59 anos; limiares auditivos dentro dos limites da normalidade, ou seja, até 25 dBNA em todas as frequências da Audiometria Tonal Liminar Convencional (250 a 8000 Hz) em ambas as orelhas⁽¹⁾; curva timpanométrica tipo A e reflexos acústicos contralaterais presentes bilateralmente e sem queixas otológicas e audiológicas.

A amostra foi formada por conveniência, de acordo com os indivíduos já agendados no ambulatório de Audiologia. Todos os participantes assinaram o formulário de consentimento e autorizaram o uso de dados coletados após o esclarecimento com relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa.

Após a aplicação dos critérios de inclusão aos sujeitos que participaram da pesquisa, a amostra ficou constituída de 60 sujeitos, sendo 11 do gênero masculino (18,3%) e 49 do gênero feminino (81,7%), com faixa etária entre 18 e 58 anos, com idade média de 25,8 anos (mediana = 23 e desvio padrão = 8,5).

Os voluntários participaram das seguintes avaliações:

Inspeção Visual do Meato Acústico Externo (IVMAE)

Com o objetivo de verificar a presença de cerúmen e/ou outros fatores que pudessem impedir ou alterar a passagem do som e consequentemente a realização do exame. Quando necessário, foi realizado o encaminhamento ao médico otorrinolaringologista.

Audiometria Tonal Liminar (ATL)

Para determinar os limiares auditivos por via aérea nas frequências de 0,25 a 8 kHz e por via ósea (quando necessário) nas frequências de 0,5 a 4 kHz, em cabina acústica (atendendo à norma ANSI S3.1-1991 de nível de ruído ambiental). Após posicionar o indivíduo dentro da cabina acústica com os fones devidamente colocados, foi solicitado que o mesmo levantasse uma das mãos ao ouvir o estímulo acústico, mesmo que este fosse fraco. No posicionamento do fone no ouvido, cuidou-se para obter uma colocação adequada para que não interferisse na precisão do exame devido às características de ressonância do meato acústico externo e ainda para evitar a possibilidade de colapamento do mesmo.

Logoaudiometria

Com o objetivo de determinar o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) de forma monoaural, sendo o LRF com listas de palavras dissilábicas e o IPRF com listas de palavras monossilábicas. Para o IPRF, acrescentou-se 40 dB da média das frequências de

500, 1000 e 2000 Hz, além da pesquisa do nível de conforto. Foi solicitado ao indivíduo que repetisse as palavras ditas pela pesquisadora da maneira que as tivesse entendido⁽¹⁰⁾. Todos os exames audiológicos básicos foram realizados em cabine acústica com audiômetro clínico, de dois canais, da marca Otometrics, modelo Madsen Itera II, e fones auriculares tipo TDH-39P, marca Telephonics.

Medidas de Imitação Acústica (MIA)

Para verificar a integridade e funcionamento da orelha média e da via auditiva central (complexo olivar superior – reflexos estapedianos) foi realizada pelo analisador de orelha média da marca Interacoustics Modelo AT 235 e tom-sonda 226 Hz, para pesquisa da curva timpanométrica e dos reflexos acústicos. Estes foram pesquisados nas frequências de 500 a 4000 Hz bilateralmente, no modo contralateral. Foram incluídos na amostra somente indivíduos com curva timpanométrica tipo A⁽¹¹⁾ e reflexos acústicos contralaterais presentes.

Audiometria de altas frequências

Foram pesquisadas as frequências de 9 kHz a 18 kHz por meio do audiômetro de modelo AS10 HF da marca Interacoustics, com fones de ouvido do tipo KOSS e com limiares expressos em dBNS. Foi realizado um treinamento prévio do sujeito para a realização do exame como feito na ATL. Houve o mesmo cuidado na colocação dos fones — cuidado com o posicionamento do fone no ouvido à fim de não interferir na precisão do exame devido às características de ressonância do

meato acústico externo e ainda para evitar a possibilidade de colabamento do mesmo.

O estudo dos dados foi realizado por meio de análise estatística descritiva e de testes paramétricos e não paramétricos.

RESULTADOS

Não foi realizada soma e/ou agrupamento dos limiares de audibilidade. Assim, na figura 1 está representada a distribuição da amostra quanto ao gênero, na qual podemos ver maior incidência do gênero feminino.

Na tabela 1 buscou-se verificar se há diferenças estatisticamente significantes entre orelhas para cada frequência pesquisada. Pode-se

Distribuição de Gênero

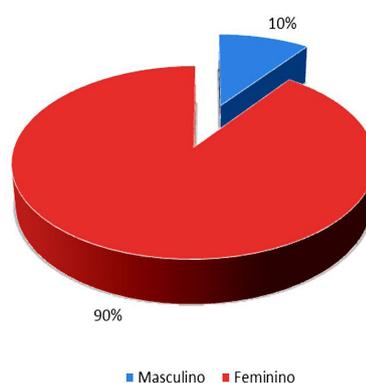


Figura 1. Distribuição de gênero

Tabela 1. Comparação dos limiares de audibilidade por orelha

Frequência de VA	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min.	Máx.	N	IC	P-valor	
9kHz	OD	15,7	15	10,9	70%	0	45	60	2,8	0,263
	OE	14,3	15	8,7	61%	0	40	60	2,2	
10kHz	OD	16,9	15	10,1	60%	0	65	60	2,6	0,016*
	OE	13,9	15	9,5	68%	0	55	60	2,4	
11kHz	OD	9,6	5	12,4	129%	0	80	60	3,1	0,006*
	OE	6,5	5	9,3	143%	0	55	60	2,3	
12kHz	OD	6,8	0	13,8	203%	0	85	60	3,5	0,156
	OE	5,6	0	12,2	218%	0	75	60	3,1	
13kHz	OD	14,0	10	19,3	138%	0	115	60	4,9	0,092**
	OE	11,8	5	17,5	148%	0	95	60	4,4	
14kHz	OD	29,8	25	21,9	73%	0	115	60	5,5	0,028*
	OE	26,5	20	21,7	82%	0	105	60	5,5	
15kHz	OD	34,3	30	23,3	68%	0	100	60	5,9	0,510
	OE	33,1	25	24,2	73%	0	105	60	6,1	
16kHz	OD	45,6	45	21,3	47%	15	100	60	5,4	0,345
	OE	43,8	37,5	25,1	57%	0	105	60	6,3	
17kHz	OD	58,3	57,5	22,5	39%	10	105	60	5,7	0,534
	OE	57,2	55	23,1	40%	15	110	60	5,9	
18kHz	OD	70,6	75	21,1	30%	20	105	60	5,3	0,183
	OE	68,3	70	19,4	28%	30	100	60	4,9	

*Valores significativos ($p \leq 0,05$); **Tendência a ser significativo (até 5 pontos percentuais acima do valor do alfa adotado)

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; kHz: quiloHertz; CV: coeficiente de variação; IC: intervalo de confiança

observar que a orelha direita possui limiares de audibilidade maiores que a orelha esquerda com significância estatística em 10, 11 e 14 kHz e uma tendência à significância em 13 kHz. Apesar de não haver diferença estatisticamente significativa nas demais frequências, também foram apresentados maiores valores para a orelha direita.

Caracterizou-se a soma dos limiares de audibilidade para ambas as orelhas por frequência na tabela 2. Observou-se que a partir da frequência de 14 kHz há um aumento progressivo dos limiares de audibilidade diretamente proporcional à frequência.

Verificou-se na tabela 3 que quanto maior for a idade, maiores serão os limiares de audibilidade para todas as frequências, exceto para as 9 kHz e 10 kHz na orelha direita que tiveram uma tendência à significância.

Verificou-se na tabela 4 que quanto maior for a idade, maiores serão os limiares de audibilidade para todas as frequências para a orelha esquerda. Em todos os testes fixou-se em 0,05 ou 5% o nível de rejeição na hipótese de nulidade, assinalando-se com um asterisco os valores significantes.

Tabela 2. Descritiva completa para frequência de VA

Frequência de VA	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Q1	Q3	Min.	Máx.	N	IC
9kHz	15,0	15	9,9	66%	10	20	0	45	120	1,8
10kHz	15,4	15	9,9	64%	10	20	0	65	120	1,8
11kHz	8,0	5	11,0	137%	0	10	0	80	120	2,0
12kHz	6,2	0	13,0	209%	0	5	0	85	120	2,3
13kHz	12,9	10	18,4	142%	0	16,25	0	115	120	3,3
14kHz	28,2	25	21,7	77%	15	40	0	115	120	3,9
15kHz	33,7	30	23,7	70%	15	50	0	105	120	4,2
16kHz	44,7	42,5	23,2	52%	25	60	0	105	120	4,1
17kHz	57,8	55	22,7	39%	40	75	10	110	120	4,1
18kHz	69,5	75	20,2	29%	55	85	20	105	120	3,6

Legenda: VA: Via aérea; kHz: quiloHertz; CV: coeficiente de variação; Q1: 1º quartil; Q3: 3º quartil; Min: mínimo; Max: máximo; N: número de indivíduos na amostra; IC: intervalo de confiança

Tabela 3. Correlação de faixas etárias com Intensidade de VA para a orelha direita

	OD	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min.	Máx.	N	IC	P-valor
9kHz	18 a 30 anos	14,4	15	10,0	70%	0	40	49	2,8	0,055**
	31 a 58 anos	21,4	20	13,4	63%	0	45	11	7,9	
10kHz	18 a 30 anos	15,7	15	7,2	46%	0	30	49	2,0	0,051**
	31 a 58 anos	22,3	20	17,8	80%	0	65	11	10,5	
11kHz	18 a 30 anos	7,1	5	7,0	98%	0	30	49	2,0	0,001*
	31 a 58 anos	20,5	15	22,6	111%	0	80	11	13,4	
12kHz	18 a 30 anos	3,9	0	5,6	145%	0	25	49	1,6	<0,001*
	31 a 58 anos	20,0	10	27,3	136%	0	85	11	16,1	
13kHz	18 a 30 anos	9,9	5	10,4	105%	0	35	49	2,9	<0,001*
	31 a 58 anos	32,3	20	35,0	109%	0	115	11	20,7	
14kHz	18 a 30 anos	25,1	25	15,3	61%	0	70	49	4,3	<0,001*
	31 a 58 anos	50,9	45	33,2	65%	10	115	11	19,6	
15kHz	18 a 30 anos	29,1	25	17,1	59%	0	70	49	4,8	<0,001*
	31 a 58 anos	57,7	55	32,4	56%	5	100	11	19,2	
16kHz	18 a 30 anos	40,6	40	16,5	41%	15	75	49	4,6	<0,001*
	31 a 58 anos	67,7	75	26,4	39%	25	100	11	15,6	
17kHz	18 a 30 anos	54,2	55	19,0	35%	15	95	49	5,3	0,002*
	31 a 58 anos	76,8	90	27,9	36%	10	105	11	16,5	
18kHz	18 a 30 anos	67,3	70	20,6	31%	20	105	49	5,8	0,011*
	31 a 58 anos	85,0	90	18,0	21%	50	100	11	10,7	

*Valores significativos ($p \leq 0,05$); **Tendência a ser significativo

Legenda: VA: Via aérea; kHz: quilohertz; OD: orelha direita; CV: coeficiente de variação; Min: mínimo; Max: máximo; N: número de indivíduos na amostra; IC: intervalo de confiança

Tabela 4. Correlação de faixas etárias com Intensidade de VA para a orelha esquerda

	OE	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min.	Máx.	N	IC	P-valor
9kHz	18 a 30 anos	13,2	10	8,2	62%	0	35	49	2,3	0,039*
	31 a 58 anos	19,1	15	9,4	49%	5	40	11	5,6	
10kHz	18 a 30 anos	12,4	15	7,0	56%	0	25	49	2,0	0,010*
	31 a 58 anos	20,5	15	15,4	75%	5	55	11	9,1	

*Valores significativos ($p \leq 0,05$)

Legenda: VA: Via aérea; kHz: quilohertz; OE: orelha esquerda; CV: coeficiente de variação; Min: mínimo; Max: máximo; N: número de indivíduos na amostra; IC: intervalo de confiança

Tabela 4. Continuação...

	OE	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min.	Máx.	N	IC	P-valor
11kHz	18 a 30 anos	4,6	5	5,6	121%	0	20	49	1,6	<0,001*
	31 a 58 anos	15,0	10	16,1	107%	0	55	11	9,5	
12kHz	18 a 30 anos	3,0	0	4,7	158%	0	20	49	1,3	<0,001*
	31 a 58 anos	17,3	10	24,2	140%	0	75	11	14,3	
13kHz	18 a 30 anos	8,6	5	9,0	105%	0	35	49	2,5	0,002*
	31 a 58 anos	26,4	10	33,8	128%	0	95	11	20,0	
14kHz	18 a 30 anos	21,0	20	14,4	68%	0	60	49	4,0	<0,001*
	31 a 58 anos	50,9	50	31,1	61%	5	105	11	18,4	
15kHz	18 a 30 anos	27,3	25	18,4	67%	0	65	49	5,2	<0,001*
	31 a 58 anos	58,6	65	30,9	53%	15	105	11	18,3	
16kHz	18 a 30 anos	37,9	30	20,6	55%	0	80	49	5,8	<0,001*
	31 a 58 anos	70,5	75	26,6	38%	20	105	11	15,7	
17kHz	18 a 30 anos	52,3	50	20,3	39%	15	95	49	5,7	<0,001*
	31 a 58 anos	78,6	90	23,6	30%	40	110	11	13,9	
18kHz	18 a 30 anos	64,3	65	17,8	28%	30	95	49	5,0	<0,001*
	31 a 58 anos	86,4	95	16,1	19%	55	100	11	9,5	

*Valores significativos ($p \leq 0,05$)

Legenda: VA: Via aérea; kHz: quilohertz; OE: orelha esquerda; CV: coeficiente de variação; Min: mínimo; Max: máximo; N: número de indivíduos na amostra; IC: intervalo de confiança

DISCUSSÃO

Em relação ao perfil da amostra, pode-se verificar que dos 60 indivíduos, 49 (90%) eram do gênero feminino e 11 (10%) do masculino (Figura 1). Esse fato vem sendo encontrado em diversas pesquisas com indivíduos jovens nas quais a casuística é composta por conveniência^(9,12,13). Pinheiro, Viacava e Brito⁽¹⁴⁾ coletaram uma amostra com 70% do gênero feminino e 30% do gênero masculino, afirmando que a maior ocorrência de mulheres na pesquisa de audiologia clínica pode se dar pelo fato de as mulheres procurarem com maior frequência o atendimento de saúde, o que pode ter contribuído para os resultados encontrados.

Apesar de a maior parte das amostras ser composta pelo gênero feminino, não há na literatura um consenso quanto à melhor qualidade auditiva das mulheres em comparação com a dos homens, porém o contrário ainda não foi observado em nenhum estudo. Além disso, não houve resultados estatisticamente significantes ao pesquisar limiares auditivos de altas frequências em ambos os gêneros em indivíduos adultos de 18 a 29 anos sem queixa auditiva⁽⁷⁾. Assim como outro estudo que pesquisou a audiometria de altas frequências em adultos normo-ouvintes compôs sua amostra com 67% do gênero feminino e 33% do masculino⁽¹⁵⁾.

Ao comparar os limiares de audibilidade entre a orelha direita e esquerda, neste estudo, foi possível observar que a orelha direita apresentou limiares maiores em todas as frequências, porém havendo diferença estatisticamente significativa apenas nas frequências de 10, 11 e 14 kHz (Tabela 1). Sá, Lima, Tomita, Frota, Santos e Garcia⁽⁷⁾, ao realizar a mesma comparação em indivíduos entre 18 e 29 anos sem queixas otológicas, encontrou diferença estatisticamente significativa nas frequências 11 e 12 kHz, corroborando parcialmente os resultados encontrados.

Outros autores^(16,17) não encontraram em seus estudos diferença estatística quando compararam os limiares entre as orelhas. Ao pesquisar a diferença de limiares de audibilidade nas altas

frequências de 14 indivíduos com queixa de zumbido e idade entre 19 a 56 anos, não foi observada diferença significativa entre os limiares auditivos das orelhas direita e esquerda, bem como em relação à localização da queixa de zumbido⁽⁴⁾. Com o objetivo de analisar e correlacionar os achados audiométricos de 9 a 16 kHz em 125 adolescentes com hábitos sonoros prejudiciais, verificaram que não há desigualdades entre as orelhas, assim como não houve influência nas altas frequências devido à exposição a altos níveis de pressão sonora⁽¹⁸⁾. Ao avaliar se há diferenças entre orelhas em 74 indivíduos de 18 a 30 anos sem queixa auditiva, constataram que há ausência de diferença entre os limiares de audibilidade⁽⁶⁾.

Verificou-se na tabela 2 que os valores de audibilidade aumentaram conforme o avanço da frequência pesquisada, mostrando maior sensibilidade a partir de 14 kHz. Corroborando os resultados encontrados, Carvallo, Koga, Carvalho e Ishida⁽⁶⁾ estudaram 74 indivíduos com idade entre 18 e 30 anos sem queixa auditiva e confirmaram a tendência à piora dos limiares com o aumento da frequência.

Um estudo que analisou 187 sujeitos expostos ao ruído ocupacional e 52 sujeitos não expostos ao ruído referiu que, no grupo exposto ao ruído, os limiares auditivos tonais por audiometria de altas frequências foram mais elevados que os do grupo não exposto ao ruído, sendo mais acentuada a diferença nos limiares tonais da frequência de 14 kHz⁽¹⁹⁾. Em outro estudo⁽²⁰⁾ também foi encontrada uma piora dos limiares auditivos tonais em ambas as orelhas conforme o aumento das altas frequências, sendo mais acentuada a partir de 14 kHz.

Zeigelboim, Oliveira, Marques e Jurkiewicz⁽¹⁵⁾ realizaram audiometria de altas frequências em 30 indivíduos com audição normal, e ao comparar os limiares de audibilidade das frequências pesquisadas, observaram que, conforme o aumento da frequência, ocorreu um decréscimo da acuidade auditiva em ambas as orelhas e gêneros. No mesmo estudo, verificaram estabilidade nos níveis de audibilidade entre as frequências de

9 kHz a 12500 Hz, ocorrendo um declínio a partir da frequência de 14 kHz em ambas as orelhas.

Ao pesquisar a influência do zumbido em 30 indivíduos do gênero feminino com idades entre 19 a 56 anos, verificou-se que quanto mais alta a frequência pesquisada, pior era o limiar auditivo, tanto para o grupo com queixa de zumbido, quanto para o grupo controle⁽⁴⁾. Portanto, corroborando os estudos supracitados, esse resultado é encontrado provavelmente devido à tonotopia coclear, pois quanto mais alta for a frequência, menor é a estimulação que chegará à região basal da cóclea responsável pela alta frequência.

Observou-se que em praticamente todas as frequências de ambas as orelhas existe diferença média estatisticamente significativa com diminuição da sensibilidade para perceber e detectar o tom puro para a faixa etária de 31 a 58 anos (Tabelas 3 e 4). As únicas exceções foram para as frequências de 9 kHz e 10 kHz na orelha direita (Tabela 3). Assim, os limiares audiológicos nas altas frequências apresentaram-se maiores em indivíduos mais velhos, devido provavelmente à perda de sensibilidade auditiva pelo processo de envelhecimento auditivo. Silva e Feitosa⁽²¹⁾ realizaram audiometria de altas frequências em 64 sujeitos, divididos em dois grupos, sendo um composto pela faixa etária de 25 a 35 anos e um segundo entre 45 e 55 anos e verificaram que quanto maior a idade, maiores serão as respostas nos limiares de audibilidade, sendo mais significativamente nas mais altas (8 a 16 kHz). O mesmo pode ser verificado por Figuerêdo e Corona⁽⁴⁾ ao estudarem um grupo de 30 sujeitos de 19 a 56 anos, com limiares tonais na audiometria convencional normal. O grupo controle composto por sujeitos mais velhos apresentou interferência da idade sobre os limiares auditivos, sendo evidenciada uma diminuição da sensibilidade auditiva, com o aumento dos limiares em todas as frequências estatisticamente significativas.

Ao comparar idades e sensibilidade auditiva em 347 trabalhadores, foi verificado que aqueles com mais de 40 anos de idade tiveram a média da soma das respostas para a AAF significativamente maiores em comparação aos trabalhadores com até 40 anos⁽²²⁾.

Analisando a sensibilidade auditiva para altas frequências em 125 jovens de 12 a 17 anos com hábito sonoro prejudicial (aparelho MP3), verificou-se que não há relação entre exposição ao MP3 e limiares auditivos, e ao propor a divisão em faixas etárias de 12 a 14 anos e 15 a 17 anos constatou-se uma média de maiores limiares no grupo de indivíduos mais velhos para todas as frequências testadas, exceto em 11.200 Hz⁽¹⁸⁾. Embora a caracterização de limiares de altas frequências por faixa etária na adolescência, mostrar respostas piores na faixa etária mais velha^(23,24) não há concordância sobre o período exato do início dessa redução^(25,26).

Com o objetivo de investigar os limiares de audibilidade em cirurgiões-dentistas, auxiliares e protéticos, foram avaliados 108 profissionais, com idade entre 17 e 59 anos. Para a avaliação audiológica convencional não foram identificados exames alterados para os três grupos testados, no entanto o exame da avaliação audiológica complementar como a audiometria de altas frequências indicou maior sensibilidade na detecção precoce de alterações auditivas, uma vez que a perda auditiva

dessa população acomete as frequências que não são testadas nos exames convencionais⁽²⁷⁾.

O presente trabalho, seguindo os critérios clínicos de sensibilidade normal, identificou todos os participantes do estudo como indivíduos com limiares auditivos dentro do padrão de normalidade. A sensibilidade a altas frequências, no entanto, mostrou-se diminuída com o aumento da idade. Tais achados corroboram a literatura e indicam que a audiometria de alta frequência pode ser utilizada clinicamente para diagnóstico precoce do envelhecimento auditivo.

O fato de haver menor prevalência para perceber e detectar o tom puro nas altas frequências se explicaria em função da própria anatomia e da dinâmica de funcionamento da cóclea, a chamada tonotopia coclear, citada neste estudo. Alguns estudos sugerem que nas altas frequências há maior sensibilidade auditiva, com o aumento da idade, do que nas frequências baixas^(28,29). Tais achados corroboram a literatura e indicam que a audiometria de alta frequência pode ser utilizada clinicamente para diagnóstico clínico, devido ao fato de poder distinguir a sensibilidade auditiva entre jovens e adultos quando audiologicamente normais na audiometria convencional.

CONCLUSÃO

Foi possível analisar a resposta dos limiares de alta frequência em indivíduos normo-ouvintes entre 18 e 58 anos, e observar que quanto mais alta a frequência, pior é o limiar de audibilidade, sendo observado o mesmo em relação à idade, com maiores valores para a orelha direita.

REFERÊNCIAS

1. Lloyd LL, Kaplan H. Audiometric interpretation: a manual o basic audiometry. Baltimore: University Park Press; 1978. P. 16-7.
2. Momensohn-Santos TM, Russo ICP. Práticas da audiologia clínica. São Paulo: Cortez Editora; 2005.
3. Zeigelboim BS, Fukuda Y, Iório MCM. Audiometria de alta frequência. Acta AWHO. 1996;15(3):155-8.
4. Figuerêdo RBS, Corona AP. Influência do zumbido nos limiares auditivos de altas frequências. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2007;12(1):29-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342007000100007>.
5. Almeida EOC, Umeoka WG, Viera RC, Moraes IF. Estudo audiométrico de alta frequência em pacientes curados de câncer tratados com cisplatina. Rev Bras Otorrinolaringol. 2008;74(3):382-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992008000300012>.
6. Carvallo RMM, Koga MC, Carvalho M, Ishida IM. Limiares auditivos para altas frequências em adultos sem queixa auditiva. Acta ORL. 2007;25(1):62-6.
7. Sá LCB, Lima MAMT, Tomita S, Frota SMMC, Santos GA, Garcia TR. Avaliação dos limiares de audibilidade das altas frequências em indivíduos entre 18 e 29 anos sem queixas otológicas. Rev Bras Otorrinolaringol. 2007;73(2):215-25. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992007000200012>.
8. Feghali JG, Bernstein RS. A new approach to serial monitoring of ultrahigh frequency hearing. Laryngoscope. 1991;101(8):825-9. <http://dx.doi.org/10.1288/00005537-199108000-00005>. PMID:1865730.
9. Sahyeb DR, Costa Filho OA, Alvarenga KF. Audiometria de alta frequência: estudo com indivíduos audiologicamente normais. Rev Bras Otorrinolaringol. 2003;69(1):93-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992003000100015>.
10. Wilson RH, Strouse AL. Audiometria com estímulos de fala. 1. ed. In: Musiek, FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. São Paulo: Manole; 2001.

11. Katz J. Tratado de audiologia clínica. 4. ed. São Paulo: Manole; 1999.
12. De Seta E, Bertoli GA, Filipo R. High-frequency audiometry above 8 kHz. Comparative results of normative thresholds obtained with a headphone system and a quasi-free-field system. *Audiology*. 1985;24(4):254-9. <http://dx.doi.org/10.3109/00206098509070109>. PMID:4051875.
13. Okstad S, Mair IW, Laukli E. High-frequency audiometry: air- and electric bone-conduction. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1988;449(sup449):159-60. <http://dx.doi.org/10.3109/00016488809106401>. PMID:3201942.
14. Pinheiro RS, Viacava F, Travassos C, Brito AS. Gênero, morbidade, acesso e utilização de serviços de saúde no Brasil. *Cien Saude Colet*. 2002;7(4):687-707. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232002000400007>.
15. Zeigelboim BS, Oliveira VFBG, Marques JM, Jurkiewicz AL. Limiars de audibilidade nas altas frequências em indivíduos de 20 a 30 anos com audição normal. *Distúrbios da Comunicação*, São Paulo. 2004;16(3):385-92.
16. Laitila P, Karma P, Sipilä M, Manninen M, Rakho T. Extended high frequency hearing and history of acute otitis media in 14-year-old children in Finland. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1997;529(sup529):27-9. <http://dx.doi.org/10.3109/00016489709124072>. PMID:9288260.
17. Lopes AC, Otubo KA, Basso TC, Marinelli EJI, Lauris, JRP. Perda auditiva ocupacional: audiometria tonal x audiometria de altas frequências. *Arq. Int. Otorrinolaringol*. 2009;13(3):293-299.
18. Silvestre RA, Ribas Â, Hammerschmidt R, Lacerda AB. High-frequency profile in adolescents and its relationship with the use of personal stereo devices. *J Pediatr (Rio J)*. 2016;92(2):206-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.07.008>. PMID:26802471.
19. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O, Ismail M, Ballal SG, Ashoor A, et al. High-frequency (10 – 18kHz) hearing thresholds: reliability and effects of age and occupational noise exposure. *Occup Med (Lond)*. 2001;51(4):245-58. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/51.4.245>. PMID:11463869.
20. Fernandes JB, Mota HB. Estudo dos limiars de audibilidade nas altas frequências em trabalhadores expostos a ruído e solvente. *Pro Fono*. 2001;13(1):1-8.
21. Silva IMC, Feitosa MAG. Audiometria de alta frequência em adultos jovens e mais velhos quando a audiometria convencional é normal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(5):665-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992006000500014>.
22. Ottoni AOC, Barbosa-branco A, Boger ME, Garavelli SL. Study of the noise spectrum on high frequency thresholds in workers exposed to noise. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(4):108-14. PMID:22936146.
23. Le Prell CG, Spankovich C, Lobarinas E, Griffiths SK. Extendedhigh-frequency thresholds in college students: effects of musicplayer use and other recreational noise. *J Am Acad Audiol*. 2013;24(8):725-39. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.24.8.9>. PMID:24131608.
24. Lee J, Dhar S, Abel R, Banakis R, Grolley E, Lee J, et al. Behavioral hearing thresholds between 0.125 and 20 kHz using depth-compensated era simulator calibration. *Ear Hear*. 2012;33(3):315-29. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31823d7917>. PMID:22436407.
25. Anastasio AR, Radael RD, Cavalcante JM, Hatzopoulos S. Areport of extended high frequency audiometry thresholds inschool-age children with no hearing complaints. *Audiology Res*. 2012;2(1):39-42. <http://dx.doi.org/10.4081/audiore.2012.e8>.
26. Klagenberg KF, Oliva FC, Gonçalves CG, Lacerda AB, Garofani VG, Zeigelboim BS. Garofanivg, Zeigelboim BS. Audiometria de altas frequências no diagnóstico complementar em audiologia: uma revisão da literatura nacional. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;16(1):109-14. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342011000100020>.
27. Lopes AC, Melo ADP, Santos CC. Estudo dos limiars de audibilidade nas altas frequências em trabalhadores da área odontológica. *Int. Arch. Otorhinolaryngol*. 2012;16(2):226-23.
28. Nageris BI, Attias J, Raveh E. Test-retest tinnitus characteristics in patients with noise-induced hearing loss. *Am J Otolaryngol* 2010;31(3):181-4. PMID:20015738.
29. Rocha RLO, Atherino CCT, Frota SMMC. High-frequency audiometry in normal hearing military firemen exposed to noise. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(6):687-94. PMID:21180933.

Contribuição dos autores

SJO e LCLS participaram na elaboração do artigo, coleta de dados, análise dos dados e redação do artigo; MVG e AFS orientaram todas as etapas do trabalho e participaram na revisão e redação do artigo.