

## Processamento auditivo e audiometria de altas frequências em escolares de São Paulo\*\*\*

### Auditory processing and high frequency audiometry in students of São Paulo

Cristina Silveira Ramos\* (ramoscri@hotmail.com)  
Liliane Desgualdo Pereira\*\*

---

\*Fonoaudióloga. Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (Unifesp - EPM). Aluna do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Unifesp - EPM.

\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Unifesp - EPM. Professora Adjunta da Disciplina dos Distúrbios de Audição da Unifesp - EPM.

\*\*\*Trabalho Realizado na Unifesp - EPM.

Artigo de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 15.01.2004.  
Revisado em 23.03.2004; 28.09.2004;  
18.01.2005; 17.03.2005; 9.05.2005.  
Aceito para Publicação em 22.04.2005.

#### Abstract

**Background:** auditory processing and auditory sensibility to high frequency sounds. **Aim:** to characterize the localization processes, temporal ordering, hearing patterns and detection of high frequency sounds, looking for possible relations between these factors. **Method:** 32 hearing fourth grade students, born in city of São Paulo, were submitted to: a simplified evaluation of the auditory processing; duration pattern test; high frequency audiometry. **Results:** three (9,4%) individuals presented auditory processing disorder (APD) and in one of them there was the coexistence of lower hearing thresholds in high frequency audiometry. **Conclusion:** APD associated to an auditory sensibility loss in high frequencies should be further investigated.

**Key Words:** Hearing; Auditory Central Diseases; Students.

#### Resumo

**Tema:** processamento auditivo e sensibilidade auditiva para altas frequências. **Objetivo:** caracterizar os processos de localização, ordenação temporal, padrões auditivos e detecção de tons de altas frequências, procurando relações entre elas. **Método:** 32 ouvintes, paulistanos, escolares (quarta série), submetidos à avaliação simplificada do processamento auditivo, teste de padrão de duração, audiometria de alta frequência. **Resultados:** três (9,4%) indivíduos mostraram transtorno do processamento auditivo (TPA), e em um coexistiu o rebaixamento auditivo em altas frequências. **Conclusão:** TPA associado à perda da sensibilidade auditiva em altas frequências deve ser esclarecido em novas pesquisas.

**Palavras-Chave:** Audição; Doenças Auditivas Centrais; Estudantes.

Referenciar este material como:

RAMOS, C. S.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo e audiometria de altas frequências em escolares de São Paulo. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri (SP), v. 17, n. 2, p. 153-164, maio-ago. 2005.

## Introdução

O sistema nervoso auditivo central (SNAC) é um sistema complexo de vias neurais, que pode ser afetado por diversos fatores desenvolvimentais e patológicos. A avaliação auditiva central iniciou-se a partir da década de 1950, e desde então, diversos testes foram desenvolvidos com o objetivo de melhor compreender o funcionamento do sistema auditivo central e de seus distúrbios.

Durante anos, houve controvérsias em relação ao significado do termo processamento auditivo central. Em 1996, a *American Speech Hearing Association* (ASHA), definiu o distúrbio do processamento auditivo (DPA) como sendo a alteração em um ou mais mecanismos ou processos do sistema auditivo responsáveis pelos seguintes fenômenos comportamentais: localização e lateralização sonora; discriminação auditiva; reconhecimento de padrões auditivos; aspectos temporais da audição, incluindo resolução, mascaramento, integração e ordenação temporal; desempenho auditivo na presença de sinais competitivos e desempenho auditivo com sinais acústicos degradados.

O processamento auditivo refere-se então, àquilo que fazemos com o que ouvimos (Katz et al., 1992). Não basta, portanto, possuir limiares auditivos normais. É preciso que o sinal acústico seja analisado e interpretado, para que se transforme em uma mensagem com significado.

A DPA é uma disfunção específica dos processos auditivos, mas, também pode estar associada a déficits de linguagem, memória e atenção, entre outros.

Indivíduos com perda auditiva periférica provavelmente terão desempenho prejudicado nos testes do processamento auditivo. No entanto, isto não é um fator *sine qua non*. Há pessoas, que mesmo apresentando perda auditiva periférica (de grau leve a moderado), apresentam processamento auditivo normal.

A maioria dos estudos que correlacionam perdas auditivas com alterações do processamento auditivo refere-se às perdas auditivas nas frequências de 250 a 8000Hz (Abel et al., 1990; Marotta et al., 2002; Neyenhuis et al., 2004). Poucos relacionam perdas auditivas nas altas frequências ao processamento auditivo.

Isso ocorre porque a audiometria de altas frequências, que pode ser realizada tanto em via aérea quanto óssea e que avalia as frequências de 8000 a 18000Hz, é um procedimento relativamente recente e pouco utilizado na prática clínica audiológica.

Alguns estudos mostraram que as altas frequências são importantes para a discriminação consoantal e o reconhecimento de fala e que pessoas com perda auditiva nessas frequências teriam dificuldade em destacar o sinal do ruído (figura-fundo), apresentando alteração de compreensão em ambientes ruidosos (Skinner e Miller, 1983).

O objetivo deste trabalho é caracterizar os processos de localização, ordenação temporal, padrões auditivos e detecção de tons de altas frequências em escolares, procurando possíveis relações entre elas. Este estudo poderá contribuir com a reflexão sobre o uso de procedimentos de avaliação simplificada do processamento auditivo (ASPA) em escolares, bem como com uma possível coexistência entre os limiares de audibilidade aumentados e a alteração do processamento auditivo.

## Método

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina por meio do protocolo 514/01. Obtivemos autorização da escola e dos pais, dos escolares que compuseram a amostra, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram avaliadas trinta e duas crianças, dezesseis do sexo masculino e dezesseis do sexo feminino, com idade entre nove e dez anos, regularmente matriculadas na quarta série do Ensino Fundamental de uma escola da rede particular de ensino, localizada na zona sul do município de São Paulo.

As avaliações foram realizadas em três etapas, no próprio ambiente escolar, em sala silenciosa. A primeira e a terceira etapas da avaliação foram realizadas individualmente e a segunda, em grupos de quatro crianças, pois o procedimento de avaliação utilizado permitia a avaliação em conjunto. Cada uma das etapas teve duração de aproximadamente 15 minutos.

Como critérios para inclusão na amostra, foram selecionadas crianças entre nove e dez anos e foram realizados dois procedimentos: pesquisa da presença do reflexo cócleo-palpebral (RCP) - na qual a criança deveria apresentar reflexo presente; e triagem auditiva nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, utilizando-se o audiômetro pediátrico (PA-2) - na qual a criança deveria apresentar resposta, aos estímulos de 20dB, em todas as frequências pesquisadas.

As crianças foram submetidas, individualmente, à ASPA, proposta por Pereira (1993). Foram avaliadas as seguintes habilidades auditivas:

localização sonora (LS) em cinco direções (no plano da cabeça); memória seqüencial verbal (MSV) e memória seqüencial não verbal (MSNV), que correspondem aos processos de localização e ordenação temporal.

A LS foi pesquisada por meio da utilização de um instrumento sonoro denominado guizo II. As crianças foram orientadas permanecerem de olhos fechados durante a apresentação do estímulo e, ao término do mesmo, apontarem para a direção de onde proveio o som. Foram testadas as seguintes posições: acima, na frente, atrás, lado direito e lado esquerdo da cabeça.

Para avaliar a MSNV, foram utilizados os seguintes instrumentos: guizo, sino, agogô e *black-black*. Antes de iniciar a avaliação propriamente dita, os sons produzidos pelos quatro instrumentos foram apresentados, para que as crianças pudessem identificá-los. Além disso, foi feita uma demonstração com a criança posicionada de frente para os instrumentos e à esta, foi solicitada apontar a ordem de apresentação da seqüência. Em seguida, foram apresentadas três diferentes seqüências de quatro instrumentos, com a criança sentada de costas para os mesmos, e ao fim da apresentação dos sons a criança foi instruída a apontá-los na ordem que julgava correta.

A avaliação da MSV foi realizada com as sílabas “pa”, “ta”, “ca” e “fa” ordenadas em três diferentes seqüências. Para garantir que todas as crianças fossem capazes de produzir as sílabas em questão, essas foram produzidas isoladamente e as crianças solicitadas a repetí-las. Em seguida, foram apresentadas as três seqüências de quatro sons, sem pistas visuais, e as crianças foram orientadas a reproduzi-las oralmente.

A pesquisa do RCP foi feita por meio da utilização do instrumento denominado agogô. Nesta pesquisa, observou-se a presença ou ausência do RCP durante a percussão do instrumento.

As respostas de cada criança foram registradas em protocolos individuais e padronizados.

Os critérios utilizados para análise foram baseados em Pereira (1993). Cada habilidade foi analisada isoladamente, utilizando-se os seguintes critérios:

LS: normal - quatro a cinco acertos; alterada: zero a três acertos.

MSNV: normal - dois a três acertos; alterada: zero a um acerto.

MSV: normal - dois a três acertos; alterada: zero a um acerto.

RCP: normal - presente; alterado - ausente.

A segunda etapa da avaliação foi constituída pela aplicação do teste de padrão de duração (TPD) sonora de três e quatro elementos, proposto por Lizarro (1999). Para garantir a uniformidade de apresentação dos estímulos, foi utilizada uma gravação do teste (que utiliza sons produzidos por uma flauta transversa) em CD. O estímulo sonoro produzido apresenta freqüência fixa de 440Hz, havendo variação apenas da duração da apresentação. São apresentados dois diferentes estímulos sonoros - som curto (com duração de 59ms) e som longo (161ms) - dispostos em dez diferentes seqüências de três sons e dez, de quatro. Este procedimento possibilita a avaliação do processo de reconhecimento de padrões auditivos.

A avaliação foi realizada em conjunto, com grupos de quatro crianças, selecionadas ao acaso. Para padronizar a aplicação, em todas as avaliações foi utilizado o mesmo aparelho de som; e todas as cadeiras foram posicionadas de frente para as caixas de som, a uma distância de aproximadamente um metro.

Cada criança recebeu uma folha de resposta e foi orientada a representar o som longo com um traço longo (————) e o som curto com um traço curto (—). Em seguida, foram dadas as instruções e foi feita uma demonstração para garantir a compreensão das crianças. As instruções foram para que as crianças prestassem atenção na seqüência e só ao término da apresentação das mesmas, anotassem, na folha de resposta, na ordem que julgassem correta.

O critério utilizado para análise dos resultados foi o proposto por Rezende (2000). Desta forma, o desempenho foi considerado normal quando a criança apresentou dez acertos em dez dos itens apresentados no TPD sonora para três sons; e nove acertos em dez dos itens do TPD sonora para quatro sons.

A terceira etapa da avaliação foi a realização da audiometria de alta freqüência, que pesquisa os limiares de audibilidade em freqüências a partir de 8000 até 18000Hz (obtidos em dB NPS), utilizando o método psicoacústico denominado método dos limites. Neste procedimento busca-se o limite entre ouvir e não ouvir o tom puro. Para tanto, o nível de intensidade sonora é diminuído em passos de 5dB até que o indivíduo que não detecte o tom. Neste momento, o nível de intensidade sonora é aumentado até que o indivíduo responda que o detectou, e este valor corresponde ao limiar de audibilidade para a freqüência sonora analisada.

Os valores do nível de intensidade variam de 0 a 110dB nível de pressão sonora (P0re = 20microPascal).

Esta avaliação foi realizada individualmente em campo livre, utilizando-se o audiômetro AS10HF, da *Interacoustics* com fones *Koos HV-1A/PRO*. A criança foi solicitada a colocar os fones de ouvido e prestar atenção aos sons, levantando a mão toda vez que os ouvisse. Foram pesquisados os limiares de via aérea para as orelhas direita e esquerda, nas freqüências de 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18kHz. Os dados foram registrados em folhas individuais e padronizadas.

Após a aplicação dos testes em todas as crianças, foi realizada análise das respostas obtidas na ASPA e no TPD sonora de três e quatro sons. As crianças que apresentaram respostas abaixo do esperado na ASPA e no TPD de três e quatro sons foram reavaliadas, uma vez que as respostas a estes procedimentos podem ser enviesadas por dificuldades em controlar a atenção da criança.

Foram reavaliadas apenas as tarefas nas quais a criança havia apresentado dificuldades e, em seguida, os dados foram novamente analisados e as crianças foram reunidas em dois grupos:

Grupo I: formado por crianças que apresentaram desempenho dentro dos padrões considerados normais, tanto na ASPA quanto no TPD de três e quatro sons.

Grupo II: formado por crianças que apresentaram desempenho fora dos padrões considerados normais, em pelo menos um dos procedimentos.

Em seguida, os dados foram submetidos a estudo estatístico que viabilizou a análise quantitativa e qualitativamente dos dados.

**Método estatístico**

Para análise dos resultados foram utilizados o teste-t de student e o modelo de regressão com medida repetida (ou modelo linear geral) e o nível de significância adotado foi de 0,05 ou 5%.

**Resultados**

A Figura 1 mostra a distribuição das crianças, de acordo com o número de acertos no teste de LS; a Figura 2, a distribuição das crianças, de acordo com o número de acertos no teste de MSNV; a Figura 3, a distribuição das crianças, de acordo com o número de acertos no teste de MSV; a Figura

4, a distribuição das crianças, de acordo com o número de acertos no TPD sonora de três sons; e, a Figura 5, a distribuição das crianças, de acordo com o número de acertos no TPD sonora de quatro sons.

FIGURA 1. Distribuição das crianças de acordo com o número de acertos no teste de localização sonora.

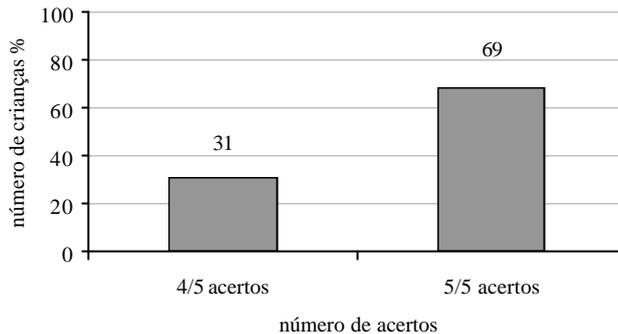


FIGURA 2. Distribuição das crianças de acordo com o número de acertos no teste de MSNV.

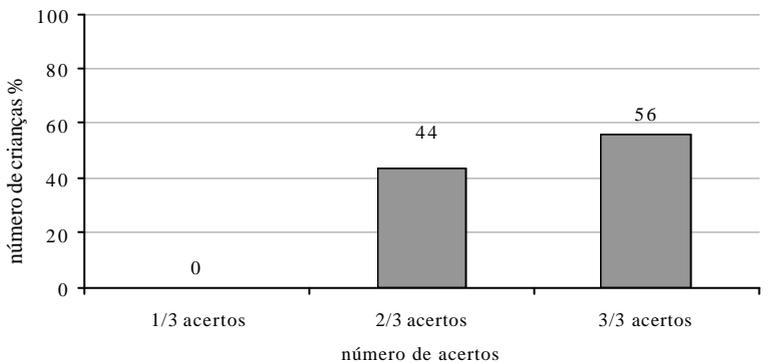


FIGURA 3. Distribuição das crianças de acordo com o número de acertos no teste de MSV.

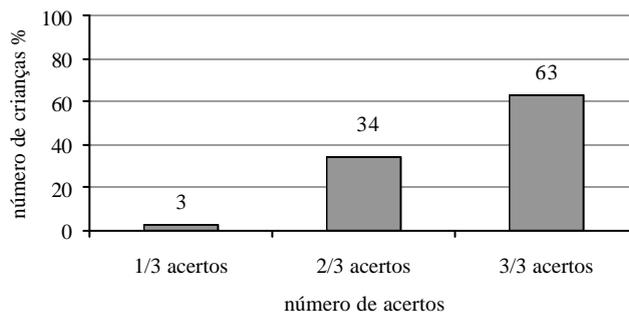


FIGURA 4. Distribuição das crianças de acordo com o número de acertos no TPD com três sons.

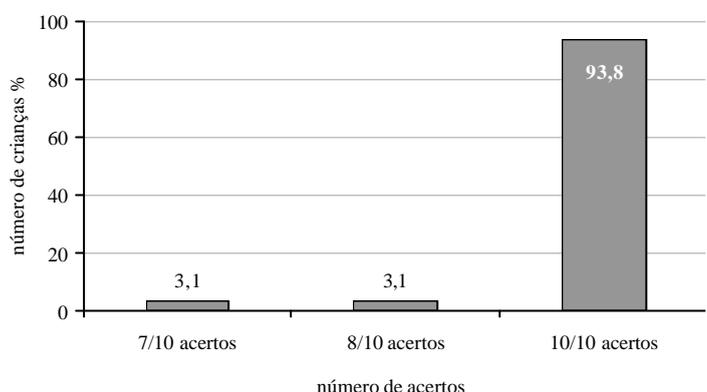


FIGURA 5. Distribuição das crianças de acordo com o número de acertos no TPD com quatro sons.

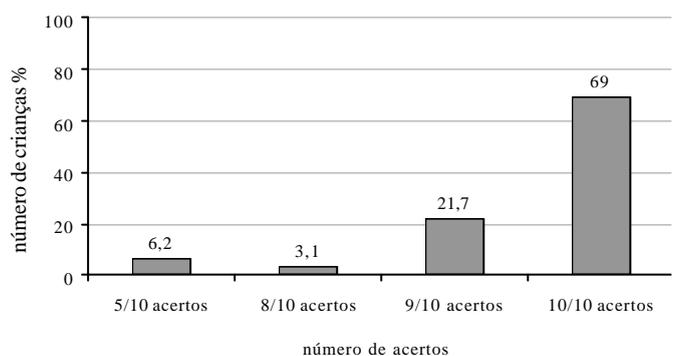


TABELA 1. Distribuição das crianças de acordo com os grupos.

	Grupo I	Grupo II	Total
masculino	16	0	16
feminino	13	3	16
TOTAL	29	3	32
%	90,6	9,4	100

TABELA 2. Níveis de significância da comparação dos limiares da audiometria de altas frequências segundo as variáveis orelha (direita e esquerda) e sexo (masculino e feminino).

	Frequências Sonoras (kHz)										
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
M x F <sub>OD</sub>	0,643	0,468	0,358	0,381	0,261	0,303	0,741	0,687	0,184	0,193	0,652
M x F <sub>OE</sub>	0,799	0,727	0,123	0,108	0,269	0,208	0,167	0,506	0,102	0,034*	0,092
OD x OE	0,248	0,225	0,143	0,222	0,415	0,296	0,506	0,537	0,512	0,219	0,524

P < 0,05

Legenda: M - masculino; F - feminino; OD - orelha direita; OE - orelha esquerda.

Com base nestes resultados a amostra foi reunida em dois grupos: o Grupo I, formado por crianças que apresentaram desempenho dentro dos padrões considerados normais, tanto na ASPA quanto no TPD de três e quatro sons; e o Grupo II, formado por crianças que apresentaram desempenho fora dos padrões considerados normais, em pelo menos um dos procedimentos. Na Tabela 1 apresenta-se a distribuição das crianças de acordo com os Grupos I e II.

Na Tabela 2, são apresentados os valores do teste estatístico calculados para comparar os limiares da audiometria de altas frequências segundo as variáveis orelha (direita e esquerda) e sexo (masculino e feminino).

Por não terem sido observadas diferenças estatisticamente significativas com relação às variáveis descritas acima, os indivíduos de cada grupo foram agrupados por sexo e orelha.

Na Tabela 3 e na Figura 6 estão apresentados os limiares máximos, mínimos, médios, o desvio padrão, a mediana, o primeiro e terceiro quartis e os percentis dez e 90% observados na audiometria de altas frequências para as crianças do Grupo I. Na Figura 7 está demonstrada uma curva de segundo grau construída para os limiares auditivos da casuística estudada.

Uma vez que o Grupo II foi composto de apenas três crianças as medidas descritivas acima citadas não puderam ser estudadas.

Desta forma, nas Figuras 9, 10 e 11 os limiares auditivos obtidos da audiometria de altas frequências para cada criança, são comparados às medidas descritivas obtidas para os limiares auditivos das crianças do Grupo I.

TABELA 3. Valores de referência para os limiares auditivos de altas frequências das crianças do Grupo I.

		Limiares Auditivos (dB)										
		8KHz	9KHz	10KHz	11KHz	12KHz	13KHz	14KHz	15KHz	16KHz	17KHz	18KHz
ambas orelhas	mínimo	20	15	15	15	15	10	25	25	25	35	35
	máximo	65	85	65	75	75	70	85	90	85	90	95
	média	31,6	31,8	27,5	29,2	28,9	31,5	35,9	42,6	51,4	59,9	68,9
	DP	7,9	10,2	8,8	9,3	10,1	10,1	9,8	11,7	13,8	12,2	13,4
	mediana	30	30	25	30	30	30	35	40	50	60	70
	primeiro quartil	25	25	20	25	20	25	30	35	40	50	65
	terceiro quartil	35	35	30	35	35	35	40	50	60	70	75
	percentil 10%	25	25	18,5	20	20	20	25	30	35	45	53,5
	percentil 90%	40	40	35	35	40	41,5	45	55	70	76,5	86,5

FIGURA 6. Valores de referência para os limiares auditivos para altas frequências - percentil 10%, primeiro quartil, média, mediana, terceiro quartil e percentil 90% - para ambas as orelhas e sexos - Grupo I.

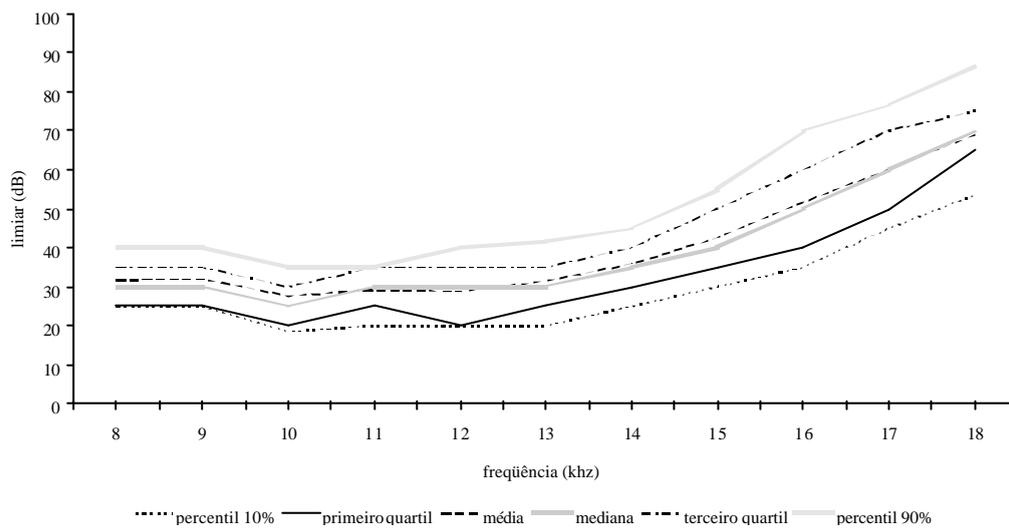


FIGURA 7. Ajuste do perfil médio dos limiares auditivos de altas frequências do Grupo I.

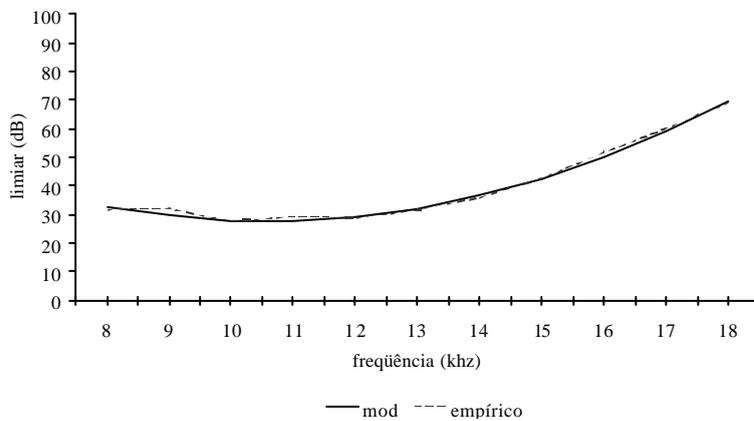


FIGURA 8. Limiars auditivos da criança três comparados aos valores de referência para os limiars auditivos para altas freqüências.

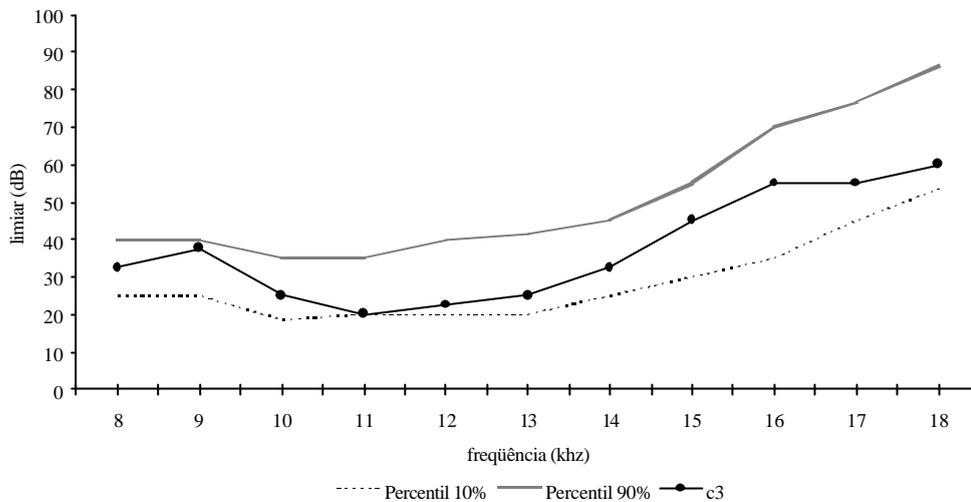


FIGURA 9. Limiars auditivos da criança 17 comparados aos valores de referência para os limiars auditivos de altas freqüências.

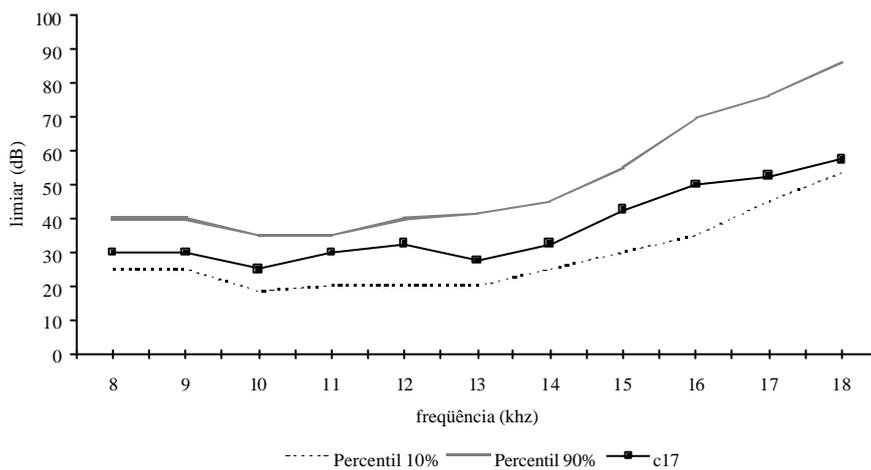
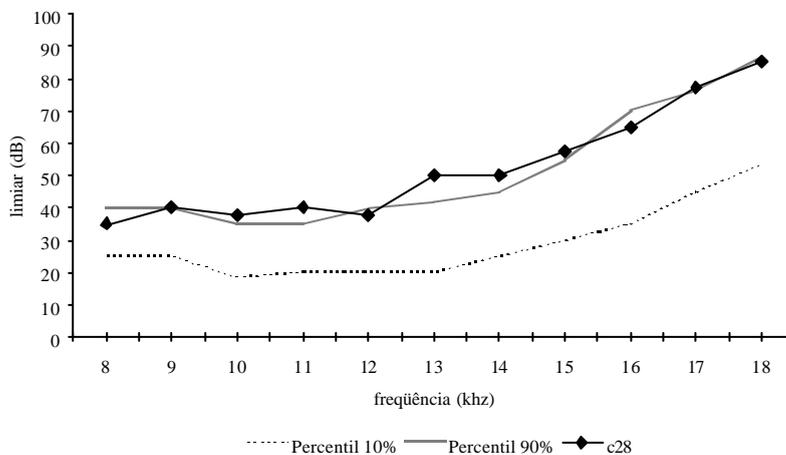


FIGURA 10. Limiars auditivos da criança 28 comparados aos valores de referência para os limiars auditivos de altas freqüências.



## Discussão

Antes de discutirmos os resultados propriamente ditos, comentaremos os critérios utilizados para seleção da amostra deste estudo.

Foram escolhidas crianças de dez anos de idade média para compor a amostra, pois se sabe que as habilidades auditivas desenvolvem-se com o aumento da idade (Koay, 1992), e que crianças tendem a atingir níveis de desempenho de adultos nos testes de processamento auditivo por volta dos dez ou onze anos de idade (Baran e Musiek, 2001). Além disso, estudos demonstraram que crianças muito pequenas não têm bom desempenho em avaliações de audição em altas frequências, que o início da perda auditiva de altas frequências se dá por volta dos dez anos de idade (Schochat et al., 2000), que com o aumento da idade há aumento dos limiares de altas frequências (Queiroz et al., 1999; Abel et al., 2000; Rosa et al., 2001) e que a melhor sensibilidade auditiva, acima de 14kHz, foi observada em crianças de dez anos (Burén et al., 1992). Desta forma, acredita-se que, ao avaliar crianças de dez anos de idade, pode ser excluída a possibilidade do início do processo de deterioração da sensibilidade auditiva para altas frequências e a imaturidade em responder ao teste. Além disso, no que diz respeito às habilidades auditivas nesta faixa etária, considera-se que o desenvolvimento esteja em fase final de maturação e que as crianças estejam aptas a responder adequadamente aos testes de processamento auditivo propostos.

O segundo critério utilizado para inclusão das crianças na amostra foi a presença do RCP. Isso porque, Azevedo (1993) sugere que a presença do reflexo é um indicativo de audição normal. As crianças foram, inicialmente, triadas pela presença ou ausência de RCP e, posteriormente, a sensibilidade auditiva normal foi confirmada pela obtenção dos níveis mínimos de respostas, utilizando-se o PA-2. Vale ressaltar, que todas as crianças apresentaram RCP e todas tiveram a sensibilidade auditiva normal confirmada, apresentando níveis mínimos de resposta em 20dB para todas as frequências sonoras avaliadas. Isso vem confirmar a fidedignidade da utilização destes procedimentos como indicativos de boa capacidade de detectar tons puros de frequências de 500 a 4000Hz.

O processamento auditivo das informações é primordial para a compreensão da linguagem e para o aprendizado, e a identificação da natureza do prejuízo auditivo contribui para direcionamento da intervenção (Bellis e Ferre, 1999). Além disso, a

literatura aponta que há relação entre alterações de aquisição e desenvolvimento de fala e linguagem e o desempenho nas habilidades de localização, MSV e MSNV do processamento auditivo (Befi e Carvalho, 1998; Schochat, 1999; Garcia, 2001; Gil et al., 2002). Foi com a finalidade de observar possíveis alterações de processamento auditivo em crianças em idade escolar, observar suas inter-relações com as dificuldades de aprendizado e orientar pais e professores, que realizamos a ASPA (Sacaloski et al., 2000; Zanchetta et al., 2000).

No que diz respeito ao teste de LS (Figura 1), 100% das crianças obteve resultados compatíveis com os esperados.

No teste de MSNV (Figura 2), 100% das crianças obtiveram número de acertos igual ou maior do que dois, apresentando respostas dentro do padrão de normalidade. Esse dado contradiz outro estudo (Silva et al., 1999) que observou ser esta a prova em que houve maior número de alterações.

Já no teste de MSV (Figura 3), a porcentagem de crianças que apresentaram resultados compatíveis com os esperados foi de 97%. Houve, portanto, uma criança que não apresentou desempenho satisfatório nesta tarefa.

No entanto, existem outras habilidades do processamento auditivo, que não são avaliadas nessa triagem e que contribuem para o aprendizado da linguagem, como, por exemplo, a identificação de padrões sonoros (Pereira, 2001). A percepção adequada de padrões sonoros não-verbais, de frequência e duração, contribui para o processamento das características acústicas da fala. A adequada recepção dos aspectos acústicos da fala colabora para a adequada compreensão na fase de aquisição e desenvolvimento de linguagem, pois facilita a apreciação da prosódia, do ritmo e da entoação da fala (Musiek, 1999). Além disso, os testes de padrão de duração e frequência sonora são sensíveis em identificar desordens do processamento auditivo (Musiek et al., 1990).

Neste trabalho, optou-se por complementar a avaliação do processamento auditivo utilizando um TPD sonora com três e quatro sons (Lizarro, 1999). Este teste pode ser realizado em campo livre e a importância de sua realização e sua eficácia já haviam sido demonstradas em outros estudos (Dibi, 2000; Rezende, 2000; Rezende et al., 2001). Como critério de análise, utilizamos os valores propostos por Rezende (2000).

Com relação ao número de acertos obtidos no

TPD com três sons (Figura 4), a porcentagem de desempenho inferior ao esperado (10/10 acertos) foi de 6,2%. Com quatro sons (Figura 5), observamos que 9,4% das crianças apresentaram desempenho insatisfatório.

Com base nestes resultados, a casuística foi reunida em dois grupos: o Grupo I e o Grupo II (Tabelas 1). Considerando a ASPA (localização e memória seqüencial auditiva), apenas o indivíduo número dezessete mostrou resultados aquém do esperados nestes procedimentos. Observou-se que a porcentagem de crianças com desempenho insatisfatório, que indica uma dificuldade em processar os sons auditivamente, aumentou de 3,1% (indivíduo dezessete) para 9,4% (indivíduos três, dezessete e vinte e oito) com a utilização do TPD com três e quatro sons. Isso mostra a importância da utilização destes testes na avaliação do processamento auditivo, pois algumas crianças que haviam apresentado desempenho normal na ASPA e teriam sido consideradas sem dificuldades, manifestaram essas dificuldades quando submetidas a testes de padrão sonoro. Vale ressaltar, que após a realização deste estudo, as crianças que não obtiveram desempenho dentro dos padrões esperados, foram identificadas pela diretora da Escola como portadoras de dificuldades de aprendizado acadêmico. Além disso, os pais dessas crianças receberam uma devolutiva e foram orientados a realizar algumas tarefas em casa, visando adequar algumas habilidades auditivas; e a realizar uma reavaliação do processamento auditivo dentro de seis meses.

Skinner e Miller (1983), afirmaram que as altas frequências sonoras seriam necessárias para a discriminação consonantal e reconhecimento de fala e que, aparentemente, pessoas com perdas auditivas em altas frequências teriam dificuldades para destacar o sinal do ruído e ouvir em ambientes ruidosos, é que se selecionou avaliar a sensibilidade de altas frequências. A audiometria de altas frequências não é um exame muito utilizado na rotina clínica e ainda são poucos os trabalhos realizados no Brasil (Fouquet, 1997; Pedalini et al., 2000). Os dados obtidos nas avaliações foram estudados estatisticamente e foram calculadas medidas descritivas para os limiares auditivos (Tabela 3 e Figura 6). Os estudos de Humes et al. (1996); Dibi et al. (1999) mostram que o desempenho em testes de padrão de frequência e de duração sonora não sofre influência da presença de deficiência auditiva nas frequências de 250 a 500Hz. Sendo assim, os indivíduos deficientes auditivos por bloqueios no sistema auditivo

periférico poderiam ou não apresentar boa capacidade de processamento temporal da informação.

A análise estatística correlacionou os limiares auditivos considerando as variáveis: orelhas, direita e esquerda; e sexo, masculino e feminino (Tabela 2). Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes em relação a variável orelha. No que diz respeito a variável sexo houve diferença significantes apenas na frequência de 17kHz. Em decorrência desses achados, os dados foram agrupados por sexo e orelha. Stelmachowicz et al. (1989) sugere, no entanto, que há diferenças entre os limiares auditivos em relação ao sexo e às orelhas.

Conforme relatado por Queiroz et al. (1999), houve decréscimo da sensibilidade auditiva com o aumento da frequência. Já Kenna et al. (1993) sugere que os limiares auditivos aumentam substancialmente a partir de 13 ou 14kHz. Neste estudo, ocorreu aumento dos limiares a partir de 14kHz, havendo concordância com a literatura compulsada.

Com base nos dados obtidos foi construída uma curva de segundo grau para os limiares auditivos da casuística estudada (Figura 7), na qual é possível observar a ascendência dos limiares a partir da frequência de 13kHz. Verificou-se que a sensibilidade auditiva em altas frequências foi semelhante para as frequências de 8 a 12kHz (valores em torno de 35dB), piorando, progressivamente, em aproximadamente 5dB, após 13kHz.

Os dados referentes ao Grupo II, composto por apenas três crianças, não puderam ser submetidos à análise estatística. Em decorrência disso, o resultado da audiometria de altas frequências de cada criança foi comparado, separadamente, aos valores de referência estabelecidos para a casuística. Existiram duas crianças cujos limiares auditivos para altas frequências ficaram bem próximos aos limiares médios da amostra (Figuras 8 e 9). Além disso, os limiares para todas as frequências sonoras altas estavam dentro dos valores de referência calculados (percentil 10%, primeiro quartil, mediana, segundo quartil e percentil 90%).

Uma outra criança apresentou limiares auditivos superiores à média dos limiares da amostra (Figura 10). Além disso, em diversas frequências, seus limiares auditivos estiveram acima do percentil 90%.

Esses dados revelam que pode haver correlações entre as dificuldades de processamento auditivo e a sensibilidade auditiva para altas frequências. No entanto, é precoce afirmar que há

essa relação, visto que o número de crianças com dificuldades de processamento auditivo foi bastante reduzido. Acreditou-se que novas pesquisas devam ser realizadas para esclarecer a possível associação entre a desordem do processamento auditivo e os limiares aumentados na audiometria de altas frequências.

Este trabalho possibilita afirmar que é válido incluir na ASPA, o reconhecimento de padrões auditivos por meio do TPD com sons musicais.

### **Conclusão**

Com base nas avaliações realizadas em trinta e duas crianças de dez anos de idade e frequentadoras da 4ª série do ensino Fundamental de uma escola particular do Município de São Paulo, podemos concluir que:

1. 90,6% das crianças avaliadas apresentaram adequação dos processos de LS, ordenação temporal e reconhecimento de padrões sonoros de duração.
2. A sensibilidade auditiva para altas frequências diminuiu com o aumento da frequência sonora e foi semelhante em ambas orelhas. O nível de intensidade dos limiares de audibilidade variou de 25 a 70dBNPS, em valores de mediana, para as frequências sonoras de oito a 18kHz.
3. Há indícios inconclusivos de correlação entre os limiares de audibilidade aumentados e a alteração do processamento auditivo, visto que apenas 1/3 das crianças que apresentaram alteração do processamento auditivo tiveram limiares de audição aumentados para as altas frequências em relação aos encontrados no grupo de crianças sem alterações do processamento auditivo.

## Referências Bibliográficas

- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA) - Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. *Am. J. Audiol.*, v. 5, n. 2, p. 41-54, 1996.
- ABEL, S. M.; KREVER, E. M.; ALBERTI, P. W. Auditory detection, discrimination and speech processing in ageing, noise-sensitive and hearing-impaired listeners. *Scan. Audiol.*, v. 19, n. 1, p. 43-54, 1990.
- ABEL, S. M.; SASS-KORTSAK, A.; NAUGLER. The role of high-frequency hearing in age-related speech understanding deficits. *Scan. Audiol.*, v. 29, n. 3, p. 131-138, 2000.
- AZEVEDO, M. F. *Desenvolvimento auditivo de crianças normais e de alto-risco*. 1993. Tese 329 f. (Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, São Paulo.
- BARAN, J. A.; MUSIEK, F. E. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole, 2001. p. 371-409.
- BÉFI, D.; CARVALLO, R. M. M. Processamento auditivo central em alterações do desenvolvimento da linguagem. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 10, n. 2, p. 47-50, 1998.
- BELLIS, T. J.; FERRE, J. M. Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 10, n. 6, p. 319-328, 1999.
- BURÉN, M.; SOLEM, B. S.; LAUKLI, E. Threshold of hearing (0,125-20kHz) in children and youngsters. *Br. J. Audiol.*, v. 26, n. 1, p. 23-31, 1992.
- DIBI, V. G. *Teste de padrão tonal de duração e frequência sonora e habilidades grafo-fônicas*. 2000. Tese 94 f. (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, São Paulo.
- DIBI, V. G.; PELA, S.; NOGUEIRA, J.; IÓRIO, M. C. M.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo central em indivíduos com deficiência profunda - estudo preliminar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE FONOAUDIOLOGIA, 4., 1999, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 1999. p. 90.
- FOUQUET, M. L. *Limiar de audibilidade nas frequências ultra-altas de 4 a 18kHz em adultos de 18 a 30 anos*. 1997. 68 f. Monografia (Especialização em Distúrbios da Comunicação Humana) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, São Paulo.
- GARCIA, V. L. *Avaliação do processamento auditivo em crianças com e sem distúrbios de aprendizagem*. 2001. 313 f. Tese (Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, São Paulo.
- GIL, D.; BORGES, A. C. C.; SEGAL, S. Triagem auditiva e avaliação simplificada do processamento auditivo na escola. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FONOAUDIOLOGIA, 17., 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 2002. p. 56.
- HUMES, L. E.; COUGHLIN, M.; TALLEY, L. Evaluation of the use of a new compact disc for auditory perceptual assessment in the elderly. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 7, n. 6, p. 419-427, 1996.
- KATZ, J.; STECKER, N. A.; HENDERSON, D. *Central auditory processing: a transdisciplinary view*. St. Louis: Mosby Ear Book, 1992.
- KENNA, M. A.; VENTO, B.; SABO, D. High frequency and ultra high frequency in a normal pediatric population. In: ANNUAL MEETING OF SOCIETY FOR EAR, NOSE AND THROAT ADVANCES IN CHILDREN, 21., 1993, Pittsburg. *Resumos...* Pittsburg: [s.n.], 1993.
- KOAY, M. E. T. Speech and speech disorders: implications for central auditory processing. In: KATZ, J.; STECKER, N. A.; HENDERSON, D. *Central auditory processing: a transdisciplinary view*. St. Louis: Mosby Ear Book, 1992. p. 187-198.
- LIZARRO, M. B. T. *Processos temporais auditivos em músicos de Petrópolis*. 1999. 76 f. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, São Paulo.
- MAROTTA, R. M. B.; QUINTERO, S. M.; MARONE, S. A. M. Avaliação do processamento auditivo por meio do teste SSW em indivíduos com audição normal e ausência do reflexo acústico contralateral. *Rev. Brás. Otorrinolaringoçl.*, v. 68, n. 2, p. 254-261, mar.-abr. 2002.
- MUSIEK, F. E.; BARAN, J. A.; PINHEIRO, M. L. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*, v. 29, n. 6, p. 304-313, 1990.
- MUSIEK, F. E. Habilitation and management of auditory processing disorders: overview of selected procedures. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 10, n. 6, p. 329-342, 1999.
- NEIJENHUIS, K.; TSCHUR, H.; SNIK, A. The effect of mild hearing impairment on auditory processing tests. *J. Am. Acad. Audiol.*, v. 15, n. 1, p. 6-16, jan. 2004.
- PEDALINI, M. E. B.; SANCHEZ, T. G.; D'ANTONIO, A.; D'ANTONIO, W.; BALBANI, A.; HACHIYA, A.; LIBERMAN, S.; BENTO, R. F. Média dos limiares tonais na audiometria de alta frequência em indivíduos normais de 4 a 60 anos. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 12, n. 2, p. 17-21, 2000.
- PEREIRA, L. D. Processamento auditivo. *Temas sobre Desenvolvimento*, v. 12, n. 11, p. 7-14, 1993.
- PEREIRA, L. D. Processamento auditivo: discussão de casos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FONOAUDIOLOGIA, 9., 2001, Espírito Santo. *Anais...* Espírito Santo: [s.n.], 2001.
- QUEIROZ, M. S.; SALVADOR, R. C. O.; BRANCO, F. A. C.; SCHARLACH, R. C. Audiometria de altas frequências em indivíduos ouvintes normais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE FONOAUDIOLOGIA, 4., 1999, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 1999. p. 263.
- REZENDE, A. G. *Padrões temporais auditivos em escolares da 4ª série do ensino fundamental*. 2000. 67 f. Tese (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, São Paulo.
- REZENDE, A. G.; DIBI, V. G.; PEREIRA, L. D. Testes de padrões tonais de duração e frequência sonoras em escolares de 8 e 9 anos de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FONOAUDIOLOGIA, 9., 2001, Espírito Santo. *Anais...* Espírito Santo: [s.n.], 2001. p. 456.
- ROSA, A. H. O.; FOIADELLI, F.; CARVALLO, R. M. M.; LITCHTIG, I.; COUTO, M. I. V. Audição em altas frequências e emissões otoacústicas em familiares de portadores de deficiência auditiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FONOAUDIOLOGIA, 9., 2001, Espírito Santo. *Anais...* Espírito Santo: [s.n.], 2001.

- SACALOSKI, M.; ALAVARSI, E.; GUERRA, G. R. Fonoaudiólogo e professor: a parceria fundamental. In: SACALOSKI, M.; ALAVARSI, E.; GUERRA, G. R. *Fonoaudiologia na escola*. São Paulo: Lovise, 2000, p. 19-26.
- SCHOCHAT, E. Avaliação do processamento auditivo central em crianças com dificuldades de aprendizagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE FONOAUDIOLOGIA, 4., 1999, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n], 1999. p. 349.
- SCHOCHAT, E.; RABELO, C. M.; SANFINS, M. D. Processamento auditivo central: testes tonais de padrão de frequência e duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2000.
- SILVA, F.; COELHO, J. C.; ORTIZ, K. Z. Correlação entre o processamento auditivo e a produção gráfica em escolares da 3ª série do 1º grau. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 11, n. 1, p. 42-46, 1999.
- SKINNER, M. W.; MILLER, J. D. Amplification bandwidth and intelligibility of speech in quiet and noise for listeners with sensorineural hearing loss. *Audiology*, v. 22, p. 253-279, 1983.
- STELMACHOWICZ, P. G.; BEAUCHAINE, K. A.; KALBERER, A.; JESTEADT, W. Normative thresholds in the 8 to 20Hz range as a function of age. *J. Acoustic. Soc. Am.*, v. 86, n. 4, p. 1384-1391, 1989.
- ZANCHETTA, S.; TAZINAZZIO, T. G.; COLON, J. C.; RODRIGUES, P. M. T. A triagem do processamento auditivo central como instrumento de identificação de alterações auditivas em pré-escolares. *Temas Desenvolv.*, v. 9, n. 50, p. 28-32, 2000.

Endereço para correspondência:

Cristina Silveira Ramos

R. Caramuru, 295, apto. 42 - Chácara Inglesa - São Paulo - SP - CEP: 04138-001.