

# Avaliação do processamento auditivo central em adolescentes expostos ao mercúrio metálico\*\*\*\*

## Evaluation of central auditory processing in adolescents exposed to metallic mercury

Marilene Danieli Simões Dutra\*  
Marcia Cavadas Monteiro\*\*  
Volney de Magalhães Câmara\*\*\*

\*Fonoaudióloga. Doutoranda em Saúde Coletiva pelo Instituto de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fonoaudióloga Servidora da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Endereço para correspondência: Rua Marino da Costa, 104 - Apto 304 - Rio de Janeiro - RJ - CEP 21940-210 (lenadutra@uol.com.br).

\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo. Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

\*\*\*Médico. Doutor em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz. Professor Titular da Faculdade de Medicina e Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

\*\*\*\*Trabalho Realizado no Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 29.01.2009.  
Revisado em 13.08.2009; 01.01.2010;  
20.02.2010; 09.04.2010.  
Aceito para Publicação em 01.09.2010.

### Abstract

Background: central auditory processing and exposure to metallic mercury. Aim: to evaluate the performance on tests of central auditory processing in adolescents exposed to metallic mercury. Method: participants were 52 adolescents, of both genders, who presented hearing thresholds within normal limits. The study group (SG) was composed by 21 adolescents who worked on the burning of gold-mercury amalgams, on the re-burning of gold in stores that sell this metal or who lived next to gold mines or gold shops. The control group (CG) was composed by 31 adolescents who had no history of exposure to mercury. Investigation procedures included the application of a clinical, occupational and mercury exposure history questionnaire, basic audiometric assessment as well as central auditory processing tests. Results: Statistical significant differences in the auditory processing tests of non-verbal sound sequence memory test ( $p = 0,001$ ), frequency pattern test ( $p = 0,000$ ), duration pattern test ( $p = 0,000$ ) and SSW test in Portuguese ( $p = 0,006$ ) were observed between SG and CG. Conclusion: adolescents exposed to metallic mercury presented a lower performance on most of the auditory processing tests when compared to those who had no history of exposure to mercury. The main deficit found in the study was related to difficulty in distinguishing successive brief sounds.

**Key Words:** Auditory Perception; Mercury Poisoning; Adolescents.

### Resumo

Tema: processamento auditivo central e exposição ao mercúrio metálico. Objetivo: comparar o desempenho nos testes comportamentais de processamento auditivo central entre adolescentes expostos e não expostos ao mercúrio metálico. Método: foram avaliados 52 adolescentes de ambos os sexos que apresentavam limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade. O grupo de estudo (GE) incluiu 21 adolescentes que referiram trabalhar na queima dos amálgamas de ouro-mercúrio, re-queimar ouro em lojas que comercializam este metal ou residir próximos às áreas de garimpos e às lojas que comercializam ouro. O grupo de comparação (GC) foi composto por 31 adolescentes que não apresentaram história de exposição ao mercúrio. Os procedimentos incluíram um questionário sobre a história clínica, laboral e da exposição ao mercúrio, audiometria tonal liminar e bateria de testes para avaliação do processamento auditivo central. Resultados: As diferenças de desempenho na avaliação do processamento auditivo central entre o GE e o GC foram estatisticamente significantes para o teste de memória sequencial para sons não verbais ( $p = 0,001$ ), para os testes de padrão de frequência ( $p = 0,000$ ) e de duração ( $p = 0,000$ ) e para o SSW em Português ( $p = 0,006$ ). Conclusão: os adolescentes expostos ao mercúrio metálico apresentaram desempenho significativamente inferior aos não expostos para a maioria dos testes comportamentais do processamento auditivo central e a principal alteração encontrada nessa população foi no processamento de sons breves e sucessivos.

**Palavras-Chave:** Percepção Auditiva; Intoxicação por Mercúrio; Adolescente.

Referenciar este material como:



Dutra MDS, Monteiro MC, Câmara VM. Avaliação do processamento auditivo central em adolescentes expostos ao mercúrio metálico. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. 2010 jul-set;22(3):339-44.

## Introdução

Atualmente mais de 50 países possuem áreas de mineração artesanal de ouro, e o mercúrio metálico, largamente utilizado nesses processos produtivos, pode resultar em sérios perigos para a saúde, expondo não só os trabalhadores que atuam diretamente no garimpo como populações que vivem próximas a essas áreas, especialmente as crianças<sup>1</sup>.

As preocupações com os problemas de saúde causados pelo mercúrio têm aumentado nos últimos anos. A exposição às diversas formas de mercúrio pode resultar em vários efeitos adversos a saúde<sup>2</sup>. Entre os principais efeitos crônicos do mercúrio metálico no organismo destacam-se danos ao sistema nervoso central<sup>3</sup>. Os efeitos toxicológicos desses metais são mais devastadores para o desenvolvimento do sistema nervoso central e do sistema fisiológico geral de crianças e adolescentes<sup>4</sup>.

Estudo mostra que a exposição a metais pesados em crianças podem afetar regiões do sistema nervoso auditivo central e descreve a correlação entre níveis de mercúrio no sangue e alterações em habilidades do processamento auditivo central<sup>5</sup>. Esse dado reforça que a seleção do método de avaliação audiológica de indivíduos expostos a mercúrio deve considerar a audiometria tonal e vocal como um ponto de partida, sendo necessária a aplicação de testes que avaliem toda a extensão do sistema auditivo, como testes eletrofisiológicos e testes comportamentais do processamento auditivo central<sup>6</sup>.

O processamento auditivo central (PAC) constitui uma série de processos envolvidos na detecção e interpretação de eventos sonoros, é caracterizado por um conjunto de habilidades auditivas específicas<sup>7-8</sup> e a principal manifestação comportamental de indivíduos com distúrbio do processamento auditivo central é a dificuldade em escutar e compreender em ambiente ruidoso. O conhecimento aprofundado do problema poderá contribuir para o direcionamento da terapia e para a elaboração de estratégias preventivas<sup>9</sup>.

Assim, o objetivo desse estudo foi comparar o desempenho nos testes comportamentais de processamento auditivo central entre os adolescentes expostos e não expostos ao mercúrio metálico matriculados em escolas públicas no Município de Poconé/MT.

## Método

O presente estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro, parecer 88/2007. Os participantes do estudo e seus responsáveis foram informados a

respeito dos objetivos da pesquisa e dos procedimentos a serem realizados e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

Foi realizado um estudo seccional descritivo em 57 adolescentes. Os procedimentos realizados incluíram questionário, meatoscopia, audiometria tonal liminar, logoaudiometria e avaliação do PAC.

O Município de Poconé foi escolhido por ser uma área onde a extração do ouro ainda é considerada a atividade econômica mais impactante para o Município e por estudos desenvolvidos nesse local comprovarem que a exposição ao mercúrio metálico durante o momento da queima do amálgama ouro-mercúrio não ocorre somente no local do garimpo, mas, também, no interior das casas<sup>10</sup>, expondo trabalhadores e a população em geral ao mercúrio.

O principal indicador biológico utilizado para avaliar o nível de mercúrio metálico é o teste de urina, no entanto este nível está relacionado à exposição recente e embora seja usado para monitorar a exposição a vapores de mercúrio não representa um bom indicador para avaliar as exposições crônicas e a acumulação dessa substância no sistema nervoso central. Os efeitos crônicos da exposição ao mercúrio têm sido descrito na literatura através de dados da história da exposição e sinais e sintomas clínicos, ou em estudos realizados através de autópsias<sup>11</sup>.

Assim, para o presente estudo, os grupos foram constituídos com base na história da exposição, sendo considerados grupo de estudo (GE) aqueles que referiram trabalhar na queima dos amálgamas de ouro-mercúrio; re-queimar ouro em lojas que comercializam este metal e residir próximos às áreas de garimpos e às lojas que comercializam ouro, e grupo de comparação (GC) os que não apresentaram história de exposição ao mercúrio.

Como critérios de inclusão neste estudo os indivíduos deveriam apresentar idade maior que 12 anos, pois o desenvolvimento do processamento auditivo ocorre até essa idade, e a partir daí é similar ao dos adultos<sup>12</sup>. A idade máxima de 17 anos foi estabelecida para evitar a interferência de outros fatores não relacionados à exposição tais como questões envolvendo riscos ocupacionais. Além disso, os adolescentes deveriam apresentar sensibilidade auditiva dentro dos padrões de normalidade.

Os adolescentes e seus pais e/ou responsáveis foram submetidos a um questionário com questões relativas ao desenvolvimento de fala, audição e linguagem, histórico escolar, características comportamentais e questões específicas sobre a exposição a mercúrio e atividades laborais.

Para a realização das avaliações auditivas foi utilizado o audiômetro da marca Interacoustic, modelo

AC 33, com fone TDH - 39 e coxim MX-41, calibrado segundo o padrão ANSI-69 acoplado a um CD *player*. Os estímulos utilizados para avaliação do PAC foram os gravados nos CDs volumes 1 e 2 do manual de avaliação de processamento auditivo central<sup>15</sup>.

Com o objetivo de avaliar o sistema auditivo periférico e determinar o limiar mínimo de audibilidade, foi realizada audiometria tonal liminar nas frequências de 250 a 8000Hz e detecção do limiar de reconhecimento de fala.

Para avaliar o PAC os indivíduos foram submetidos a uma avaliação das habilidades auditivas por meio de um conjunto de testes especiais comportamentais.

Foram realizados três testes em campo livre: teste de localização sonora (LS) que avaliou a capacidade de localizar a fonte sonora e os testes de memória seqüencial para som verbal (MSV) e não verbal (MSNV) que visaram avaliar a capacidade de ordenar temporalmente os sons.

O teste de fala com ruído branco (FR) onde a habilidade auditiva testada foi a de fechamento e avaliou-se a discriminação de sons verbais fisicamente distorcidos. Como estímulos verbais foi utilizada uma lista de 25 monossílabos, apresentada simultaneamente ao ruído branco, de forma ipsilateral, numa relação fala/ruído de +5dB. Para pesquisa do índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF) foram utilizadas as mesmas palavras do FR em outra ordem de apresentação. Os percentuais de acertos nesses testes foram determinados pelo número de palavras reproduzidas corretamente.

Os testes de padrões temporais de frequência (TPF) e de duração (TPD) avaliaram a habilidade auditiva de ordenação temporal<sup>14</sup>. Foram apresentadas seqüências de três tons puros em seis ordens distintas, monoauralmente, em um nível de intensidade de 50dB NS. No TPF os tons diferem quanto à frequência: 880Hz e 1122Hz<sup>15</sup>, e o TPD os

tons diferem quanto à duração: 500ms e 250ms com frequência mantida em 1000 Hz.

Teste de dissílabos alternados, *Staggered Spondaic Word Test* (SSW), avalia as habilidades auditivas de figura-fundo, memória e ordenação temporal de sons verbais complexos. O teste SSW em Português utiliza como estímulos sonoros palavras dissilábicas paroxítonas do Português Brasileiro, apresentadas a 50 dB NS. São 40 itens formados por quatro palavras, a primeira e a quarta palavra são apresentadas separadamente a cada uma das orelhas do indivíduo, e a segunda e a terceira palavras são apresentadas uma em cada orelha simultaneamente. Nesse teste foram realizadas análises quantitativas e qualitativas.

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa computacional "SPSS versão 14". A estatística descritiva serviu para caracterizar o perfil da amostra segundo as variáveis em estudo, com cálculo da média aritmética e desvio-padrão das variáveis contínuas. Foi utilizado o teste Qui-quadrado para independência e adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ . Assinalou-se com asterisco o valor estatisticamente significativo.

## Resultados

Após análise dos critérios, 52 adolescentes foram incluídos no estudo. O grupo de estudo foi composto por 21 adolescentes, 11 do sexo feminino e 10 do sexo masculino. A idade média foi 14 anos e a média das frequências de 500, 1000 e 2000Hz na audiometria tonal foi 17,38dB para orelha direita e 16,59dB para a esquerda. O grupo de comparação foi composto por 31 adolescentes, 17 do sexo feminino e 14 do masculino. A idade média foi 14 anos e a média das frequências de 500, 1000 e 2000Hz na audiometria tonal foi 16,99dB para orelha direita e 15,75dB para a esquerda. A idade média dos dois grupos foi de 14 anos com um desvio padrão de 0,66 anos, o que

TABELA 1. Caracterização dos adolescentes dos grupos de estudo (GE) e de comparação (GC), segundo idade, sexo e média em dB dos limiares das frequências de 500, 1000 e 2000Hz na audiometria tonal liminar (ATL).

Grupo	Estatísticas	Idade	Sexo	ATL (média 500Hz, 1kHz e 2kHz)	
				OD [dB]	OE [dB]
GE	média	14,29	11 - F	17,38	16,59
	desvio padrão	0,78	10 - M	2,39	2,33
	mínimo - máximo	13 - 16		13,3 - 20,0	13,3 - 20,0
GC	média	14,13	17 - F	16,99	15,75
	desvio padrão	0,56	14 - M	2,63	2,72
	mínimo - máximo	13 - 16		11,7 - 21,7	8,3 - 20,0
GE	média	14,19	28 - F	17,15	16,09
GC	desvio padrão	0,66	24 - M	2,52	2,58
	mínimo - máximo	13 - 16		11,67 - 21,67	8,33 - 20,00

demonstra a homogeneidade da amostra (Tabela 1).

Na Tabela 2 são comparados os desempenhos dos dois grupos nos testes em campo livre. A média de acertos no teste de MSNV foi de 2,19 para o GE e 2,81 para o GC e no teste de MSV foi de 2,57 para o GE e 2,77 para o GC. No teste de LS os dois grupos

apresentaram média superior a quatro acertos.

Na Tabela 3 são apresentados resultados dos testes especiais para avaliação do PAC. Nos testes IPRF e FR não foram encontradas diferenças entre os dois grupos. No TPF e TPD, e no SSW foram encontradas diferenças significativas considerando  $p < 0,05$ .

TABELA 2. Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo e p-valor, observados nos testes de memória seqüencial verbal (MSV) e não verbal (MSNV) e de localização sonora (LS) para os grupos de estudo (GE) e de comparação (GC).

Grupo	Estatísticas	MSV	MSNV	LS
GE	média	2,57	2,19	4,62
	desvio padrão	0,60	0,68	0,67
	mínimo – máximo	1 – 3	1 – 3	3 – 5
GC	média	2,77	2,81	4,94
	desvio padrão	0,43	0,40	0,25
	mínimo – máximo	2 – 3	2 – 3	4 – 5
GE	média	2,69	2,56	4,81
GC	desvio padrão	0,51	0,61	0,49
	mínimo – máximo	1 – 3	1 – 3	3 – 5
	P-valor	0,296	0,001*	0,067

TABELA 3. Média, desvio padrão (DP), valor mínimo e máximo e p-valor para os testes especiais comportamentais, por orelha direita (D) e esquerda (E) para o grupo de estudo (GE) e para o grupo de comparação (GC).

Teste	Grupo	Média	DP	Mínimo	Máximo	p-valor
IPRF_D	GE	94,10	3,49	88	100	0,609
	GC	95,10	3,22	92	100	
IPRF_E	GE	93,33	3,18	88	100	0,191
	GC	95,48	3,22	92	100	
FR_D	GE	87,24	4,12	80	92	0,228
	GC	90,45	3,95	84	100	
FR_E	GE	88,19	3,89	84	96	0,613
	GC	89,81	4,48	84	100	
TPF_D	GE	52,14	9,37	40	80	0,000*
	GC	74,94	8,14	50	87	
TPF_E	GE	49,05	9,70	33	74	0,000*
	GC	75,42	9,76	50	94	
TPD_D	GE	49,38	9,15	39	65	0,000*
	GC	77,55	8,71	56	91	
TPD_E	GE	50,38	11,44	27	76	0,000*
	GC	76,87	8,48	56	91	
SSW_D	GE	88,57	8,82	70	100	0,006*
	GC	95,25	4,34	77,5	100	
SSW_E	GE	88,93	7,77	72,5	100	0,005*
	GC	95,07	5,26	75	100	
Inversões	GE	2,90	3,51	0	11	0,000*
	GC	0,26	0,51	0	2	

\* p-valor < 0,05; IPRF - Índice percentual de reconhecimento de fala; FR - Fala com Ruído; TPF - Teste de Padrão de Frequência; TPD - Teste de padrão de duração; SSW - *Staggered Spondaic Word* em Português.

## Discussão

As evidências sobre a exposição ocupacional ao mercúrio são indiscutíveis, entretanto seus efeitos sobre a população geral ainda são pouco explorados, pois, geralmente, a intoxicação por poluentes químicos se dá de forma crônica, não existindo um quadro clínico clássico para a maioria das substâncias<sup>16</sup>. Além disso, na fase adulta as relações de causa-efeito são difíceis de estabelecer, pois a exposição pode não ser lembrada pela pessoa exposta ou estar mascarada por outras doenças ou fatores de confundimento.

Dessa forma são relevantes para a saúde coletiva estudos sobre a exposição na infância e adolescência, pois além de ser um grupo populacional mais susceptível aos efeitos adversos a exposição a metais pesados, esses efeitos poderiam ser identificados ainda na fase sub-clínica e servirem como um instrumento na vigilância de grupos de risco. O presente estudo pretendeu contribuir tanto para a reflexão dessa problemática quanto com os resultados que serão descritos a seguir sobre a correlação entre PAC e exposição ao mercúrio.

Todos os participantes do estudo apresentaram limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade, considerando o critério de 25dBNA para as frequências de 250 a 8000Hz. Essa avaliação foi critério de inclusão no estudo, pois os testes utilizados para avaliar o PAC podem ser influenciados por perdas auditivas periféricas<sup>8</sup>.

Esse resultado está de acordo com o encontrado na literatura<sup>17</sup> que descreve limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade e alteração no potencial auditivo evocado, com aumento de latência entre os picos das ondas III e V, indicando que o efeito neurotóxico do mercúrio no sistema nervoso auditivo central é mais significativo que no nível periférico.

No entanto, embora no presente estudo os resultados da audiometria tonal liminar estejam dentro da normalidade e não tenham apresentado diferenças significantes entre os dois grupos, observou-se desempenho melhor do GC quando comparado ao GE. Resultado semelhante foi encontrado em estudo<sup>18</sup> que avaliou o efeito da exposição a solvente no PAC e observou limiares auditivos do grupo exposto piores que os do grupo de comparação.

Apesar da queixa auditiva ser frequentemente referida em indivíduos expostos a mercúrio, os limiares auditivos geralmente encontram-se dentro dos padrões de normalidade ou pouco alterados, o que reforça a importância da realização de testes que avaliem o processamento auditivo dessa população.

A análise dos dados referente à comparação do GE e GC quanto ao desempenho nos testes comportamentais de processamento auditivo revelou

tendência de desempenho inferior no GE em relação ao GC em todos os testes realizados, no entanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes nos resultados obtidos para os testes MSV, LS (Tabela 2), no IPRF e no teste FR (Tabela 3).

Foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos, para os testes MSNV, TPF, TPD, SSW e no número de inversões apresentadas no teste SSW.

Para o teste MSNV foram observadas diferenças estatisticamente significantes ( $p = 0,001$ ) entre os dois grupos, o que indica que o desempenho na habilidade auditiva de ordenação temporal no GE foi pior que no GC (Tabela 2). Não foram encontrados na literatura estudos que avaliassem essa habilidade em indivíduos expostos a mercúrio metálico, mas resultado semelhante foi encontrado em indivíduos expostos a chumbo<sup>19</sup>.

Em estudo sobre o efeito da maturação no comportamento nos testes de padrão de frequência e duração<sup>12</sup>, foram avaliados 150 indivíduos entre 7 e 16 anos. Os percentuais encontrados para 14 anos foram maiores que 76% no TPF e 72% no TPD. Esses valores são próximos as médias encontradas no presente estudo para o grupo de comparação e observa-se que o percentual de acertos foi significativamente menor no grupo de estudo (Tabela 3). Esse resultado corrobora com o observado em estudos que correlacionam a exposição a substâncias químicas a alterações na habilidade de ordenação temporal<sup>18-20</sup>.

No que diz respeito aos resultados do SSW, os indivíduos do GE apresentaram desempenho inferior ao do GC (Tabela 3). Esse teste avalia a habilidade de figura-fundo, resultado similar foi encontrado em estudo que avaliou essa mesma habilidade em indivíduos expostos a solventes<sup>18</sup>.

Analisando os aspectos qualitativos do SSW, observou-se diferença estatisticamente significativa no número de inversões observadas entre o GE e o GC ( $p = 0,000$ ) (Tabela 3). Apesar de não ter sido encontrado nenhum texto na literatura que descrevesse os resultados dessa análise, ressalta-se que a habilidade auditiva que envolve essa tarefa é a de ordenação temporal, e outros testes que avaliam essa habilidade realizados nesse estudo também mostraram resultados estatisticamente significantes.

Embora não tenham sido encontrados na literatura estudos que correlacionassem PAC à exposição ao mercúrio metálico, estudos realizados envolvendo outros agentes químicos como solventes, chumbo e inseticidas encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo<sup>18-20</sup>. Os achados do presente estudo e dos estudos citados são consistentes com a afirmação de que a exposição a substâncias químicas afeta principalmente o sistema nervoso auditivo central<sup>6</sup>.

Ainda que a fisiopatologia dos efeitos adversos à saúde pela exposição crônica ao mercúrio metálico não esteja bem definida, dados da literatura apontam que entre os principais efeitos estão os danos ao sistema nervoso central, e dentre as estruturas afetadas estão a substância negra, os lobos occipitais e temporais. Esta última estrutura, é de reconhecida relevância para o processamento auditivo, nela se encontra o córtex auditivo, indispensável para o reconhecimento de uma sucessão organizada de sons puros, de frequências ou de durações diferentes e para o reconhecimento de padrões sonoros complexos. Tal correlação poderia justificar as alterações encontradas no presente estudo.

Assim, os efeitos adversos da exposição crônica ao mercúrio metálico no sistema nervoso central parecem comprometer o processamento auditivo central, no entanto, ainda são incipientes os estudos sobre os efeitos da exposição a substâncias tóxicas, sobretudo do mercúrio metálico, no sistema auditivo

central, o que limita a comparação dos resultados do presente estudo com os resultados da literatura, sendo necessários outros estudos para avaliar melhor os efeitos dessa substância no sistema auditivo central de pessoas expostas aos impactos da produção de ouro no Brasil.

### Conclusão

Os adolescentes expostos ao mercúrio metálico apresentaram desempenho inferior aos não expostos para a maioria dos testes realizados, e essa diferença entre os desempenhos foi estatisticamente significativa para os testes memória seqüencial não verbal, teste de padrão de frequência e duração e para o teste SSW em Português.

A principal alteração encontrada no processamento auditivo dessa população foi na percepção de sons breves e sucessivos.

### Referências Bibliográficas

1. Bose-O'Reilly S, Lettmeier B, Gothe RM, Beinhoff C, Siebert U, Drasch G. Mercury exposure as a serious health hazard for children in gold mining areas. *Environ Res.* 2008;107:89-97.
2. Risher JF, Amler SN. Mercury exposure: evaluation and intervention - The inappropriate use of chelating agents in the diagnosis and treatment of putative mercury poisoning. *Neurotoxicology.* 2005;26:691-9.
3. World Health Organization. Inorganic mercury. Environmental health Criteria WHO, Geneva, Switzerland. 1991;118.
4. Counter SA, Buchanan LH. Mercury exposure in children: a review. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2004;p.209-30.
5. Bamiou DE, Musiek LM, Luxon LM. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders: a review. *Arch Dis Child.* 2001;85:361-5.
6. Morata TC. Chemical exposure as a risk factor for hearing loss. *J Occup Environ Med.* 2003;45:676-82.
7. Cavadas M, Pereira LD, Mattos P. Effects of methylphenidate in auditory processing evaluation of children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria.* São Paulo. 2007;65(1):138-43.
8. American Speech-Language-Hearing Association. (Central) Auditory Processing Disorders - The Role of the Audiologist [Position Statement]. 2005. Disponível em: [www.asha.org/policy](http://www.asha.org/policy)
9. Dawes P, Bishop DVM, Sirimanna T, Bamiou DE. Profile and aetiology of children diagnosed with auditory processing disorder (APD). *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2008;72:483-9.
10. Câmara VM, Tavares LMB, Filhote MIF, Malm O, Perez MA. A program for the control of indoor Pollution by metallic Mercury. *Environ Res.* 2000;83:110-6.
11. Faria MM. Mercuralismo metálico crônico ocupacional. *Rev Saúde Pub.* 2003;37:116-27.
12. Schochat E, Musiek FE. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic testes of central auditory function. *J Commun Disord.* 2006;39:78-92.
13. Pereira LD, Schochat E. Processamento auditivo central: manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997.
14. Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Pathways Hear J.* 2003;56:7.
15. Musiek FE. The frequency pattern test: A guide. *Pathways Hear J.* 2002;55:6.
16. Câmara VM, Tambellini AT. Considerações sobre o uso da epidemiologia nos estudos em saúde ambiental. *Rev Bras Epidemiol.* São Paulo. 2003(6)2.
17. Murata K, Weihe P, Budtz-Jorgensen E, Jorgensen PJ, Grandjea P. Delayed brainstem auditory evoked potential latencies in 14-year-old children exposed to methylmercury. *J Pediatr.* 2004;144:177-83.
18. Fuente A, Mcpherson B. Central auditory processing effects induced by solvent exposure. *Int J Occup Med Environ Health.* 2007;20(3):271-9.
19. Jones L, Prins J, Park S, Walton JP, Luebke AE, Lurie D. Lead exposure during development results in increased neurofilament phosphorylation, neuritic beading, and temporal processing deficits within the murine auditory brainstem. *J Comp Neurol.* 2007;506:1003-17.
20. Fernandes TC. Exposição ocupacional aos inseticidas e seus efeitos na audição: a situação dos agentes de saúde pública que atuam em programas de controle de endemias vetoriais em Pernambuco [dissertação]. Recife: Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães; 2000.