

AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA EM CRIANÇAS COM BAIXO NÍVEL DE EXPOSIÇÃO CUMULATIVA AO CHUMBO

Audiological evaluation in children with low-level of cumulative lead exposure

Kátia de Freitas Alvarenga⁽¹⁾, Daniela de Oliveira Manoel⁽²⁾, Fernanda Zucki⁽³⁾, Lilian Cássia Bórnica Jacob-Corteletti⁽⁴⁾, Andrea Cintra Lopes⁽⁵⁾, Mariza Ribeiro Feniman⁽⁶⁾

RESUMO

Objetivo: verificar a ocorrência de perda auditiva sensorioneural em crianças com baixo nível de exposição cumulativa ao chumbo. **Métodos:** 156 crianças intoxicadas por chumbo, 94 do sexo masculino e 62 do sexo feminino, na faixa etária entre 18 meses a 14 anos e 5 meses, foram submetidas a análise longitudinal do nível de Plumbemia em sangue, bem como audiometria tonal liminar e emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente. **Resultados:** a população pesquisada apresentou um valor médio de Plumbemia estimada de $12,2 \pm 5,7 \mu\text{g/dL}$ (faixa entre 2,4-33 $\mu\text{g/dL}$); todas as crianças apresentaram resposta normal na audiometria tonal liminar em 20 dBNA nas frequências testadas, 0,5; 1; 2 e 4 kHz, para ambas as orelhas; as emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente estiveram presentes para todas as frequências bilateralmente, nas 79 crianças pesquisadas. **Conclusão:** não foi constatada perda auditiva sensorioneural em crianças com histórico de baixo nível de exposição cumulativa por chumbo, assim como não foi encontrada lesão de células ciliadas externas na cóclea, mesmo que subclínicas.

DESCRITORES: Chumbo; Perda Auditiva; Células Ciliadas Auditivas Externas

INTRODUÇÃO

O chumbo, um dos contaminantes mais comuns do ambiente, é um conhecido agente neurotóxico,

cuja vasta gama de efeitos a ele associados e os milhões de pessoas afetadas em todo o mundo, independentemente do grau de desenvolvimento das nações, transformam-o em um problema de saúde pública¹.

A exposição ambiental a este metal também passou a ser alvo de maior preocupação, a medida que os resultados de estudos desenvolvidos na área demonstraram alterações neurofisiológicas e neurocognitivas em crianças e adultos, mesmo em baixos níveis de contaminação².

Neste sentido, o *Center for Disease Control*³ descreveu efeitos adversos para a saúde que níveis de chumbo no sangue considerados baixos (10 $\mu\text{g/dL}$) podem ocasionar. Desde então, as normativas referentes ao controle ambiental do chumbo foram revistas, e o nível de chumbo em sangue preconizado para determinar a intervenção foi reduzido de 25 $\mu\text{g/dL}$ para 10 $\mu\text{g/dL}$ ^{3,4}.

Pesquisas vêm apontando que níveis de chumbo no sangue entre 10 e 20 $\mu\text{g/dL}$ não são considerados seguros, haja vista a possibilidade da ocorrência

⁽¹⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo - FOB/USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽²⁾ Departamento de Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo - FOB/USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽³⁾ Departamento de Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo - FOB/USP, Bauru, São Paulo, Brasil

⁽⁴⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo - FOB/USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽⁵⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo - FOB/USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽⁶⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo - FOB/USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

Fonte de auxílio: Bolsa de Iniciação Científica – PIBIC - CNPq
Conflito de interesses: inexistente

de distúrbio no sistema nervoso central, de modo especial em crianças, alterando as habilidades de raciocínio, concentração e aprendizagem, déficits na atenção e vigília, prejuízos cognitivos, alterações na função psicomotora, memória de curto prazo, habilidades visoespaciais e disfunção de linguagem, além de dores de cabeça, convulsões, diminuição de QI, perda de audição, comportamento agressivo, retardamento mental⁵⁻⁷.

Contudo, distúrbios de cognição, atenção e comportamento têm sido verificados em crianças cujo nível de chumbo no sangue encontra-se em níveis tão baixos quanto 3 a 5 µg/dL, o que demonstra que mesmo estes níveis podem ser considerados indutores de alterações comportamentais, sendo nesse aspecto, também prejudiciais à saúde^{8,9}.

Considerando especificamente o sistema auditivo, a literatura apresenta estudos clínicos e

experimentais com resultados contraditórios. Até o momento, não existe um consenso quanto ao efeito do chumbo no sistema auditivo e sobre as possíveis estruturas que estariam alteradas pela contaminação, independente da taxa de concentração dessa substância no sangue.

Assim, a ocorrência de perda auditiva como consequência da contaminação por este metal vem sendo questionada. Os estudos voltados à ação do chumbo no sistema auditivo iniciaram-se na década de 70. A figura 1 apresenta uma compilação dos estudos apresentados na literatura da área que realizaram avaliação auditiva de adultos e crianças por meio de métodos comportamentais. Outro aspecto importante a ser destacado a respeito desta compilação é que apenas dois estudos demonstraram a ausência de lesão coclear^{10,11}.

Autor	Casuística	Avaliação	Resultados
Repko e Corum (1979)	Trabalhadores com nível de Pb em sangue > 70 µg/dl	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Limiars auditivos correlacionados com o nível de Pb no sangue
Schwartz e Otto (1987)	4519 crianças	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Limiars alterados em 0,5, 1, 2 e 4 kHz relacionados à exposição a Pb.
Schwartz e Otto (1991)	3545 crianças e adolescents avaliados durante <i>Hispanic Health and Nutrition Examination Survey</i> (HHANES)	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Aumento dos limiars nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz com significante correlação com o nível de Pb presente no sangue. A natureza patológica da contaminação não foi esclarecida.
Forst <i>et al</i> (1997)	183 trabalhadores, com nível de Pb em sangue entre 1-18 µg/dl	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Aumento do limiar auditivo na frequência de 4 kHz. Não foi considerado o nível de exposição ao ruído.
Farahat <i>et al</i> (1997)	90 trabalhadores, 45 expostos ao Pb (36,94±4,36 µg/dl) e 45 trabalhadores sem exposição (11,51±1,22 µg/dl)	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Aumento do limiar auditivo nas frequências de 1 e 8 kHz com diferença significante com o grupo controle, com associação com nível de Pb em sangue para a frequência de 8 kHz.
Trong-Neng <i>et al</i> (2000)	220 trabalhadores expostos ao Pb e ruído	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Não houve correlação entre o limiar auditivo e o nível de Pb no sangue e ruído. A variabilidade do limiar auditivo foi explicado pelo índice de exposição por longo tempo ao Pb.
Hwang <i>et al</i> (2009)	412 trabalhadores expostos a agentes químicos e ruído	Comportamental (audiometria tonal liminar)	Encontrada associação significante entre um nível baixo de Pb e da perda auditiva induzida por ruído em diferentes frequências, sendo maior impacto nas frequências altas, especialmente 6000 Hz. A exposição ao Pb pode contribuir para a perda auditiva.

Figura 1 – Efeitos do chumbo no sistema auditivo de adultos e crianças

Em virtude da falta de consenso da literatura quanto a ação do chumbo no sistema auditivo, o objetivo deste estudo é o de verificar a ocorrência de perda auditiva sensorioneural em crianças com baixo nível de exposição cumulativa ao chumbo.

■ MÉTODOS

Casuística

A casuística foi constituída por 156 crianças intoxicadas por chumbo, 94 do sexo masculino e 62 do sexo feminino, na faixa etária entre 18 meses a 14 anos e 5 meses ($6a8m \pm 3a2m$). Estas crianças pertenciam a região vizinha de uma fábrica de baterias da cidade de Bauru/SP, que no ano de 2002 ocasionou um acidente ecológico contaminando com chumbo o solo e rios da região.

Acompanhamento da Plumbemia

O monitoramento da Plumbemia foi realizado de forma longitudinal por meio da coleta de sangue periódica, onde todas as crianças apresentaram no mínimo duas e no máximo quatro coletas. A coleta das amostras esteve sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde e a Divisão Regional de Saúde (DIR) de Bauru/SP, e as análises sob a responsabilidade do laboratório Adolfo Lutz/SP. A técnica analítica utilizada para medir a dosagem de chumbo em sangue foi a Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite.

Avaliação audiológica

Inicialmente as crianças tiveram sua audição verificada por meio da audiometria tonal liminar (ATL) nas frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz, sendo pesquisada a presença de resposta na intensidade de 20 dBNA, nível que determina audição social normal. Para tanto, o tom puro foi apresentado nas intensidades de 40 e 20 dB, onde no caso da não obtenção de resposta em 20 dB, realizaria-se pesquisa do limiar auditivo. A ATL foi realizada em cabina acústica, por meio de audiômetro da Madsen, modelo MD622, fone TDH-39 e coxim MX-41, com calibração segundo norma ISO 8253/IEC 645/ISSO 389.

Nas crianças com idade inferior a 2 anos e $\frac{1}{2}$ com o intuito de avaliar a cóclea, pesquisou-se a funcionalidade das células ciliadas externas por meio da pesquisa das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente, na faixa de frequência de 1 a 5 kHz utilizando equipamento Otodynamics Ltda ILO92 Research OAE System. Considerou-se presença de emissões otoacústicas

quando a reprodutibilidade apresentasse valor \geq a 50% e relação sinal/ruído \geq a 3 dB. O estímulo aplicado foi do tipo clique, não linear, com intensidade em torno de 80 dB. A estabilidade da sonda foi sempre superior a 80% e a calibração foi diária.

O presente estudo foi realizado na Clínica do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru e Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, ambos da Universidade de São Paulo, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru 133/2003.

Serão apresentadas a seguir as análises estatísticas descritivas realizadas da plumbemia (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo), da plumbemia estimada considerando o sexo feminino e masculino, bem como os dados obtidos no acompanhamento da avaliação do sistema auditivo por meio da audiometria tonal liminar e das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente.

■ RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a análise estatística descritiva (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo) considerando a data da coleta de cada plumbemia; os valores de plumbemia obtidos e a data da avaliação audiológica, considerando as 156 crianças avaliadas.

Foi realizada audiometria tonal liminar em 125 crianças (80%), sendo em todas encontrada resposta normal em 20 dBNA para as frequências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz, para ambas as orelhas. Da mesma forma, as emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente estiveram presentes em 31 crianças (20%), com amplitude >3 dB e reprodutibilidade $>75\%$ nas bandas de frequências 1 a 5 kHz.

Considerando o fato de não se ter clareza sobre o efeito cumulativo do chumbo no sistema auditivo, ou seja, sua influência em longo prazo, decidiu-se por calcular o valor de plumbemia estimada na data da avaliação audiológica. Para tanto, foi assumido como referência a data em que foi realizada a primeira coleta na população. É possível constatar na mesma tabela 1, que a plumbemia estimada foi calculada para 130 crianças, tendo sido excluídas 26 crianças do total, devido ao fato das mesmas terem realizado a avaliação audiológica posterior a data da última coleta, não permitindo assim o cálculo proposto. O valor de plumbemia estimada foi de $12,2 \pm 5,7 \mu\text{g/dL}$.

Tabela 1 – Análise estatística descritiva (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo) considerando a data da coleta de cada plumbemia; os valores de plumbemia obtidos; plumbemia estimada e a data da avaliação audiológica, considerando o sexo feminino e masculino

Sexo	Variáveis	N	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Feminino	D1 (meses)	62	4,2	1,2	4,2	1,2	8,7
	D2	60	7,1	2,0	6,8	3,7	13,5
	D3	57	23,5	3,6	22,4	10,5	32,9
	D4	46	32,6	1,4	32,1	31,0	35,5
	P1	62	16,5	11,0	14,0	10,0	90,0
	P2	60	14,8	10,7	12,5	4,9	81,6
	P3	57	9,3	9,1	7,4	2,0	68,2
	P4	46	7,5	3,9	6,3	0,0	18,1
	Plumbemia estimada	50	11,2	4,6	9,6	2,4	23,0
	Data avaliação (meses)	62	15,1	9,2	11,3	4,1	41,2
Masculino	D1 (meses)	94	4,0	1,0	4,2	1,3	7,9
	D2	93	6,9	2,4	6,4	3,1	19,1
	D3	87	23,4	2,9	22,0	12,6	32,2
	D4	65	33,2	1,8	33,1	27,5	36,0
	P1	94	17,1	6,7	15,1	10,0	44,2
	P2	93	14,5	6,2	13,0	4,9	33,0
	P3	87	9,0	4,8	7,8	0,0	26,5
	P4	65	8,3	4,8	7,3	2,1	27,1
	Plumbemia estimada	80	12,8	6,2	10,9	4,4	33,0
	Data avaliação (meses)	94	15,1	9,9	11,3	4,1	41,2
Total	D1	156	4,1	1,1	4,2	1,2	8,7
	D2	153	6,9	2,2	6,6	3,1	19,1
	D3	144	23,5	3,2	22,0	10,5	32,9
	D4	111	33,0	1,6	32,9	27,5	36,0
	P1	156	16,9	8,6	14,6	10,0	90,0
	P2	153	14,6	8,2	12,6	4,9	81,6
	P3	144	9,1	6,8	7,6	0,0	68,2
	P4	111	8,0	4,5	6,7	0,0	27,1
	Plumbemia estimada	130	12,2	5,7	10,2	2,4	33,0
	Data avaliação (meses)	156	15,1	9,6	11,3	4,1	41,2

■ DISCUSSÃO

A preocupação com o efeito do chumbo na saúde tem permitido a realização de diversos estudos experimentais e clínicos com trabalhadores de indústrias, adultos e crianças com histórico de contaminação por este metal, mesmo em níveis próximos a 10µg/dL, inicialmente considerados seguros³.

Com relação ao sistema auditivo, de fato, ainda não existe clareza sobre o efeito tóxico do chumbo. Na análise cuidadosa da metodologia utilizada nos diversos estudos aqui pesquisados, alguns pontos parecem sugerir certa discrepância dos achados, o que será discutido a seguir.

Inicialmente, observa-se que não há consenso quanto ao índice a ser utilizado para determinar o grau de contaminação das diversas populações

pesquisadas; ou seja, qual seria o nível de chumbo a ser considerado nas análises: o nível de chumbo em sangue no momento da avaliação, o nível cumulativo ou outra proposta de cálculo?

Considerando os estudos que utilizaram o nível de chumbo em sangue na época de realização do exame, não houve concordância quanto à possibilidade de haver associação significativa com os parâmetros utilizados na avaliação da função auditiva. Alguns estudos demonstraram que o aumento do limiar auditivo estava correlacionado com os níveis de chumbo em sangue^{12,13-15} enquanto outros não confirmaram este achado^{16,17}.

Apenas um único estudo considerou o nível de chumbo acumulado, obtido por meio do cálculo do índice de exposição por longo tempo ao metal, semelhante ao proposto no presente estudo. Como resultado, os autores não encontraram correlação com os limiares auditivos observados nos trabalhadores expostos ao chumbo e ruído¹².

No presente trabalho, foram realizadas de duas a quatro coletas nas crianças para o controle de Plumbemia, sendo obtidos valores de $16,9 \pm 8,6 \mu\text{g/dL}$ (faixa entre 10-90 $\mu\text{g/dL}$); $14,6 \pm 8,2 \mu\text{g/dL}$ (faixa entre 4,9-81,6 $\mu\text{g/dL}$); $9,1 \pm 6,8 \mu\text{g/dL}$ (faixa entre 0-68,2 $\mu\text{g/dL}$); $8,0 \pm 4,5 \mu\text{g/dL}$ (faixa entre 0- 27,1 $\mu\text{g/dL}$) (tabela 1).

Foi possível constatar, então, que houve uma diminuição no nível de chumbo em sangue, sendo que, nas duas últimas coletas, o valor médio já se encontrava abaixo de 10 $\mu\text{g/dL}$, considerado como limite para definição da intervenção. Este fato justifica-se pelas medidas assumidas pelo governo municipal e pela empresa responsável pelo acidente ecológico junto à comunidade da área ao redor da fábrica, como: tratamento medicamentoso da criança quando necessário; asfalto nas casas e ruas; orientação da população para o não consumo de alimentos produzidos na região, conscientização quanto aos cuidados com as crianças, entre outros.

É importante ressaltar que, apesar do presente estudo ter obtido um acompanhamento rígido do nível de chumbo em sangue, não foi possível realizar a avaliação audiológica na mesma semana da coleta de sangue para todos os indivíduos. Desta forma, houve uma diferença de $15,1 \pm 9,6$ meses entre a coleta de sangue e a avaliação audiológica. Por este motivo, foi calculada a Plumbemia estimada. Este fato dificulta a análise comparativa entre os estudos, visto que não existe um direcionamento quanto ao parâmetro de chumbo a ser utilizado. Assim, optou-se neste estudo por utilizar o valor de Plumbemia estimada, pois a mesma considera a variável tempo de exposição e, conseqüentemente, o efeito cumulativo do chumbo no organismo. Como

resultado, obteve-se como valor médio $12,2 \pm 5,7 \mu\text{g/dL}$ (faixa entre 2,4-33 $\mu\text{g/dL}$).

Na audiometria tonal liminar foi encontrada em todas as crianças resposta para a intensidade mínima pesquisada, 20dBNA. Considerando que as crianças apresentaram, em algum momento, nível de chumbo em sangue $>10 \mu\text{g/dL}$, com valor máximo de 90 $\mu\text{g/dL}$ na primeira coleta, apesar do valor de plumbemia estimada ser considerado baixo ($12,2 \pm 5,7 \mu\text{g/dL}$, faixa entre 2,4-33 $\mu\text{g/dL}$), poderia se supor a ocorrência de perda auditiva sensorineural, caso o chumbo realmente tivesse efeito ototóxico.

Entretanto, todas as crianças avaliadas pela audiometria tonal liminar apresentaram resposta normal, demonstrando que, independente do nível de chumbo encontrado, não foi constatada perda auditiva, achado que vem corroborar com alguns estudos da literatura^{10,18}.

É importante realizar uma análise crítica dos estudos que encontraram aumento do limiar auditivo com correlação significativa com o nível de chumbo em sangue, pois é possível constatar algumas fragilidades metodológicas dignas de nota^{12,13,19-21}.

Nos estudos envolvendo exposição ao chumbo e trabalhadores, o que se tem percebido é a não adoção de grupos controle em suas metodologias, nem a apresentação de informações sobre a exposição concomitante ao ruído e sua intensidade, aspectos consideravelmente relevantes para o real entendimento dos efeitos do chumbo na função auditiva. Esta argumentação está baseada em estudo¹¹ que ao utilizar um grupo controle com equiparação aos demais nos fatores idade e nível de exposição ao ruído, encontrou alterações auditivas, porém não houve diferença na amplitude das emissões otoacústicas evocadas produto de distorção entre o grupo exposto ao chumbo associado ao ruído e o grupo exposto apenas ao ruído.

Já no que se refere às pesquisas realizadas com crianças, autores discutiram pequenas mudanças nos limiares encontrados em intensidades $\leq 10\text{dBNA}$; ou seja, limiares auditivos que não representam clinicamente a perda auditiva^{19,20}. Por outro lado, este achado permite questionar se esta variação no limiar não estaria refletindo alterações iniciais no sistema auditivo, como por exemplo, nas células ciliadas externas, primeira estrutura geralmente lesada na ototoxicidade. No presente estudo, as crianças submetidas à pesquisa das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente, apresentaram resultado normal bilateralmente, demonstrando que não houve lesão de células ciliadas externas na cóclea, mesmo que subclínicas. Considerando a sensibilidade do procedimento

para detectar esse tipo de alteração, é possível supor que o chumbo não causou alteração coclear na estrutura especificamente analisada, achado que corrobora com o descrito na literatura^{10,11}.

■ CONCLUSÃO

Não foi constatada perda auditiva sensorio-neural em crianças com histórico de baixo nível de

exposição cumulativa ao chumbo, assim como não foi encontrada lesão de células ciliadas externas na cóclea, mesmo que subclínicas.

■ AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

ABSTRACT

Purpose: to verify the occurrence of sensorineural hearing loss in children with low level of cumulative lead exposure. **Methods:** 156 lead-poisoned children, 94 males and 62 females, ranging in age from 18 months old to 14 years and 5 months old were subjected to analysis of longitudinal lead level in blood as well as pure tone audiometry and transient evoked otoacoustic emissions. **Results:** the population studied had a mean estimated blood lead level of $12,2 \pm 5,7 \mu\text{g/dL}$ (range between 2,4 and $33 \mu\text{g/dL}$); all children had a normal response in pure tone audiometry at 20 dBHL in the frequencies tested, 0.5, 1, 2 and 4 kHz, in both ears; the transient evoked otoacoustic emissions were presented for all frequencies bilaterally in 79 children surveyed. **Conclusion:** there has been no hearing loss in children with a history of low cumulative lead exposure, as there was no injury of cochlear outer hair cells, even if subclinical.

KEYWORDS: Lead; Hearing Loss; Hair Cells, Auditory, Outer

■ REFERÊNCIAS

1. Olympio KPK, Oliveira PV, Naozuka J, Cardoso MRA, Gunther WMR, Bechara EJH. Surface dental enamel lead levels and antisocial behavior in Brazilian adolescents. *The Toxicologist (Supplement to Toxicological Sciences)*. 2009;108(1):76-7.
2. Dascanio D, Valle TGM. A associação entre variáveis sócio-demográficas e plumbemia em crianças. *Paidéia*. 2008;18(41):541-53.
3. CDC. Preventing lead poisoning in young children. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1991.
4. OMS - Human exposure to lead. In. Human Exposure Assessment Series, WHO, 1992.
5. Mostafa GA, El-Shahawi HH, Mokhtar A. Blood lead levels in Egyptian children from high and low lead-polluted areas: impact on cognitive function. *Acta Neurol Scand*. 2009;120:30-7.
6. Min MO, Singer LT, Kirchner HL, Minnes S, Short E, Hussain Z. et al. Cognitive development and low-level lead exposure in poly-drug exposed children. *Neurotoxicology and Teratology*. 2009;31:225-31.
7. Bellinger D. Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Curr Opin Pediatr*. 2008;20:172-7.
8. Chiodo LM, Jacobson SW, Jacobson JL. Neurodevelopmental effects of postnatal lead exposure at very low levels. *Neurotoxicol*. 2004;26:359-71.
9. Chiodo LM, Covington C, Sokol RJ, Hannigan JH, Jannise J, Ager J, Greenwald M, Delaney-Black V. Blood lead levels and specific attention effects in young children. *Neurotoxicol Teratol*. 2007;29:538-46.
10. Buchanan LH, Counter SA, Ortega F, Goran L. Distortion product oto-acoustic emissions in Andean children and adults with chronic lead intoxication. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1999;119:652-8.
11. Alvarenga KF, Jacob LCB, Martins CHF, Costa Filho AO, Coube CZV, Marques JM. Emissões otoacústicas - produto de distorção em indivíduos expostos ao chumbo e ao ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2003;69(5):681-9.
12. Farahat TM, Abdel-Rasoul GM, El-Assy AR, Kandil SH, Kabil MK. Hearing thresholds of workers in a printing facility. *Environ Res*. 1997;73:189-92.

13. Hwang YH, Chiang HY, Yen-Jean MC, Wang JD. The association between low levels of lead in blood and occupational noise-induced hearing loss in steel workers. *Science of the Total Environment* 408. 2009:43–9.
14. Counter SA, Buchanan LH. Neuro-ototoxicity in andean adults with chronic lead and noise exposure. *J Occup Environ Med.* 2002;44(1):30-8.
15. Bernard SM. Should the Center for Disease Control and Prevention's childhood lead poisoning intervention level be lowered? *Am J Public Health.* 2003; 93:1253-60.
16. Zou C, Zhao Z, Tang L, Chen Z, Du L. The effect of lead on brainstem auditory evoked potentials in children. *Chin Med J (England)* 2003;116(4):565-8.
17. Hirata M, Kosaka H. Effects of lead exposure on neurophysiological parameters. *Environ Res.* 1993;63:60-9.
18. Trong-Neng W, Chen-Yang S, Jim-Shoung L, Chain-Fun G, Kquei-Nu K, Hsueh-Yun C, et al. Effects of lead and noise exposure on hearing ability. *Arch Env Health.* 2000;55(2):109-18.
19. Schwartz J, Otto D. Blood lead, hearing thresholds, and neurobehavioral development in children and youth. *Arch Environ Health.* 1987;42(3):153-60.
20. Schwartz J, Otto D. Lead and minor hearing impairment. *Arch Environ Health.* 1991;46(5):300-5.
21. Forst LS, Freels S, Persky V. Occupational lead exposure and hearing loss. *J Occup Environm Med.* 1997;39(7):658-60.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462012005000096>

Recebido em: 18/10/2011

Aceito em: 05/02/2012

Endereço para correspondência:

Kátia de Freitas Alvarenga

Faculdade de Odontologia de Bauru

Departamento de Fonoaudiologia (in care of

Professora Doutora Kátia de Freitas Alvarenga)

Alameda Doutor Otávio Pinheiro Brizola, Nº 9-75 -

Vila Universitária

Bauru - SP

CEP: 17043-101

E-mail: katialv@fob.usp.br