

Os efeitos da exposição ocupacional ao chumbo sobre o sistema auditivo: uma revisão da literatura

The effects of occupational exposure to lead on the auditory system: an analysis of the literature

Lilian Cássia Bornia Jacob¹, Kátia de Freitas Alvarenga², Thais Catalani Morata³

Palavras-chave: chumbo, perda auditiva, ruído, sistema auditivo central.

Key words: lead, hearing loss, noise, central auditory system.

Resumo / Summary

A pesar do termo perda auditiva ocupacional ser relacionado, normalmente, à perda auditiva induzida por ruído, a literatura especializada aponta outros agentes presentes no ambiente de trabalho que podem ser nocivos à saúde auditiva do trabalhador. O chumbo é considerado um desses agentes, e seus efeitos sobre o sistema auditivo vêm sendo investigados por alguns pesquisadores. Existem inúmeros estudos acerca dos efeitos da intoxicação pelo chumbo no organismo, os quais demonstram que múltiplos órgãos podem ser afetados, porém, as investigações sobre os efeitos do chumbo no sistema auditivo são escassas, além de apresentarem resultados contraditórios. Estudos considerando a exposição simultânea ao chumbo e outros agentes, como o ruído, por exemplo, são praticamente inexistentes. O uso industrial desse metal é vasto e, normalmente, as condições de trabalho presentes num grande número de indústrias brasileiras expõem o trabalhador a elevadas concentrações de chumbo. Os estudos apresentados nesse artigo demonstram que as consequências da exposição ao chumbo sobre o sistema auditivo periférico e central ainda não são totalmente esclarecidas. Da mesma forma, devido à seriedade do risco potencial, evidenciam a necessidade de pesquisas futuras que investiguem a exposição simultânea a mais de um agente nocivo à saúde auditiva do trabalhador.

Despite the fact that the term occupational hearing loss is usually associated with noise-induced hearing loss, the scientific literature indicates that there are other work-related agents that can be damaging to the worker's auditory health. Lead is considered as one of these agents, and several researchers have investigated its effects on the auditory system. There are numerous studies on the effects from lead intoxication to the body, which demonstrate that multiple organs can be affected. However, investigations of the auditory effects of lead are scarce, and offer conflicting results. Studies that take into consideration the combined exposure to lead and other agents, as noise, are practically nonexistent. The industrial uses of this metal are extensive and usually the work conditions in a large number of Brazilian industries expose the worker to high lead concentrations. The studies reviewed in the present paper indicate that the consequences of lead exposure to the peripheral and central auditory system are not yet fully understood. Moreover, due to the seriousness of the potential risk, they underscore the need for further research on the effects of more than one agent to workers' hearing health.

¹ Docente do Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná – Curitiba – PR, doutora em Distúrbios da Comunicação pela Universidade de São Paulo – Bauru – SP

² Professora doutora do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP-Bauru.

³ Professora doutora do Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná – Curitiba – PR, pesquisadora do National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

Trabalho realizado no Centro de Pesquisas Auditivas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo – Bauru.
Endereço para correspondência: Lilian Cássia Bornia Jacob – Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 1100, bl 04, apto 703 – Curitiba – PR – 81200-100
Fone (0xx41)331-7847 Fax (0xx41)331-7870
e-mail: lilian.jacob@utp.br

Artigo recebido em 9 de agosto de 2001. Artigo aceito em 06 de setembro de 2001.

INTRODUÇÃO

A perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados é uma das enfermidades profissionais irreversíveis de maior ocorrência em todo o mundo¹. As consequências diretas da exposição ao ruído ocupacional são relatadas em inúmeros trabalhos. O termo perda auditiva ocupacional é usado com frequência, como um sinônimo de perda auditiva induzida por ruído, porém, além do ruído, inúmeras indústrias apresentam outros agentes, como produtos químicos, que, considerados isoladamente ou em combinação com o ruído, podem trazer e/ou potencializar os danos à saúde do trabalhador².

Analizando especificamente o chumbo, o seu uso industrial é vasto, porém a produção de baterias (acumuladores) representa, provavelmente, o segmento industrial responsável pelo maior consumo desta substância nos países em desenvolvimento. Em razão das suas propriedades tóxicas e das condições de trabalho existentes em diversas indústrias, os trabalhadores deste setor encontram-se frequentemente expostos a elevadas concentrações do chumbo, e, conseqüentemente, sujeitos à intoxicação.

No Brasil, são milhares de pequenas empresas, fábricas e reformadoras de baterias do sul ao norte do país, utilizando o chumbo como matéria-prima, sem um controle apropriado, além da exposição casual, como por exemplo, a existência de acumuladores espalhados nos quintais das casas sem qualquer medida de proteção. Este quadro demonstra que em termos de prevenção há muito a ser feito nesta área.

A literatura internacional apresenta inúmeros estudos sobre os efeitos da intoxicação ao chumbo no organismo, demonstrando que múltiplos órgãos podem ser afetados. Existem duas vias de intoxicação: o epitélio das vias respiratórias absorvendo fumaça de chumbo ou impelindo partículas para a faringe onde são deglutidas, e a pele, por meio da qual o tetraetilato de chumbo e compostos semelhantes são absorvidos. Em ambos os casos, o chumbo, ao entrar na circulação periférica, irá acumular-se no fígado, baço, rins, coração, pulmão, cérebro, músculos e sistema esquelético, sendo que suas principais ações deletérias manifestam-se sobre os sistemas hematológico, nervoso, renal, gastrointestinal e reprodutor.

Por outro lado, as investigações sobre os efeitos do chumbo no sistema auditivo e os efeitos deletérios da exposição simultânea a mais de um agente, considerando o ruído, por exemplo, são escassos. Ainda existe controvérsia acerca dos efeitos do chumbo sobre a audição e se este interage com o ruído potencializando seus danos. Estudos enfocando o sistema auditivo periférico são raros e apresentam resultados contraditórios, e, a análise da porção central limita-se a métodos eletrofisiológicos, como os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico e potencial evocado tardio (P300).

O objetivo deste artigo foi o de fazer uma revisão

crítica da literatura nacional e internacional referente aos efeitos auditivos da exposição ocupacional ao chumbo no sistema auditivo e, a partir desta, identificar as prioridades para pesquisas futuras.

A exposição ao chumbo

O chumbo é um metal pesado, estranho ao metabolismo humano. O conjunto de sinais e sintomas decorrentes da presença de chumbo no organismo humano é denominado de Saturnismo.

Existem duas maneiras pelas quais o chumbo pode estar presente, em variados níveis, no organismo: por meio da contaminação ambiental ou pela exposição ocupacional³.

A exposição ocupacional é a principal maneira pela qual ocorre a absorção excessiva de chumbo em adultos. Medidas preventivas têm diminuído o número de casos de envenenamento por chumbo nos países desenvolvidos, porém as consequências devido a períodos longos de exposição em trabalhadores assintomáticos não são totalmente conhecidas⁴.

A legislação brasileira, por meio da Norma Regulamentadora NR-7, Portaria nº 24, da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, de 29 de dezembro de 1994, estabeleceu que o nível de plumbemia é aquele no qual a concentração de chumbo no sangue (Pb-S) é igual ou superior a 40 µg/dl (Valor de Referência de Normalidade) até o limite de tolerância biológica (Índice Biológico Máximo Permitido), cujo valor é de 60 µg/dl⁵.

Araujo e col.⁶ relataram que há uma diferença significativa entre os níveis de chumbo em sangue nos indivíduos que trabalham em indústrias de baterias localizadas em países desenvolvidos, quando comparados com aqueles de indústrias de países em desenvolvimento. Enquanto 28% dos trabalhadores desse segmento industrial na Jamaica e 38% na Coreia apresentavam níveis de Pb-S acima de 60 µg/dl, nos Estados Unidos, apenas 6% apresentavam nível acima deste valor⁷. Essa variação expõe, claramente, uma diferença significativa entre os processos de trabalho e a proteção dos trabalhadores adotada nestes países.

Apesar da inexistência de dados sistematizados sobre as intoxicações ocupacionais pelo chumbo no Brasil, estudos realizado na cidade de Bauru, SP, entre 1985 e 1987, revelaram seiscentos casos de plumbemia, ou saturnismo, entre trabalhadores de fábricas de baterias³.

O problema básico da contaminação observada na fábrica de baterias está na emissão e na dispersão da poeira contendo chumbo por todo o ambiente de trabalho, contaminando o ar, as superfícies (chão e bancadas), as roupas e mãos dos trabalhadores, facilitando sua absorção. Desta forma, a responsabilidade pela contaminação frequentemente atribuída ao trabalhador, depende, na realidade, do processo de produção, das condições dos locais de trabalho e da manutenção de um ambiente insalubre e inadequado⁶.

Segundo Buschinelli⁸, as poeiras de chumbo têm grau máximo de insalubridade. O efeito da intoxicação é lento e cumulativo, e os profissionais expostos a este metal, quando não protegidos por sistemas de proteção coletiva e equipamentos de proteção individual, sofrem danos graves a sua saúde.

As fábricas de bateria são, no Brasil, o caso mais sério de intoxicação por chumbo, principalmente porque há acumuladores espalhados por todo país, muitas vezes nos quintais das casas e sem qualquer medida de prevenção. Estas fábricas são as maiores consumidoras de chumbo e, em geral, a intoxicação é em massa. É uma atividade que não requer muita tecnologia e o nível de tolerância é ultrapassado, em certos casos, em 50 vezes mais que o permitido.

O nível de chumbo em sangue reflete um equilíbrio dinâmico entre absorção, retenção e eliminação. Nas exposições por longos períodos de tempo, o nível de chumbo no sangue provê um indicativo confiável da exposição corrente⁹. Por outro lado, pouco depois de alterações na intensidade de exposição, este método de dosagem de chumbo torna-se um indicador pobre. Por esta razão, as pesquisas voltadas ao estudo de alterações causadas pela exposição ao chumbo devem realizar as avaliações comportamentais ou eletrofisiológicas, tão logo a coleta do sangue seja efetuada, ainda com o indivíduo exposto como de rotina, em seu ambiente de trabalho.

A ATSDR¹⁰ (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) classificou, em 1988, três níveis de exposição ao chumbo baseados na taxa de Pb-S. Foi considerada baixa exposição ao chumbo quando o nível desta substância em sangue estivesse entre 10 e 20 µg/dl; a exposição moderada foi considerada com níveis entre 21 e 60 µg/dl e, níveis de chumbo em sangue acima de 61 µg/dl foram considerados para o grau de exposição elevado.

De acordo com Zanini¹¹ as exposições a longo prazo têm merecido atenção nos últimos anos, particularmente as alterações funcionais causadas por baixas concentrações de chumbo. Segundo este autor, o tempo de exposição e a especificidade das manifestações atribuídas à intoxicação ao chumbo tornam o estabelecimento da relação chumbo e alterações funcionais uma tarefa complexa, principalmente considerando os efeitos desta substância no sistema nervoso central.

Os efeitos neurocomportamentais da exposição ocupacional ao chumbo

Na literatura internacional pôde ser encontrado grande número de estudos demonstrando a associação entre exposição ocupacional ao chumbo e performance em testes neuropsicológicos ou neurocomportamentais. Apesar da utilização de testes não empregados na área audiológica, achamos importante citar estes estudos, uma vez que denunciaram alterações em habilidades do sistema nervoso

central causadas pela exposição ao chumbo¹².

Segundo a literatura especializada, a performance nos testes neurocomportamentais demonstra a integridade do sistema nervoso que sofreu exposição neurotóxica, por meio da avaliação da inteligência, memória, aprendizagem, raciocínio verbal, atenção/concentração, coordenação visomotora, organização visoespacial, velocidade motora e destreza manual. Os testes freqüentemente utilizados para avaliar funções, denominadas por estes autores* como cognitivas, psicológicas e neuropsicológicas incluem o WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale), o WMS (Wechsler Memory Scale), o RAVLT (Rey Auditory Verbal Learning Test) e o Sant'Ana Test. Todos os estudos citados acima demonstraram prejuízos em funções do sistema nervoso central, ou seja, os resultados apontam fortes evidências de disfunções neurocomportamentais de graus leves a moderados causadas pela exposição ao chumbo.

Os efeitos auditivos da exposição ocupacional ao chumbo

A literatura voltada aos efeitos do chumbo na audição não é extensa. Vários artigos foram encontrados sobre os efeitos auditivos em crianças expostas ao chumbo no ambiente¹². Entretanto, as referências especializadas relacionadas à exposição de trabalhadores a esse metal associada à exposição ao ruído são praticamente inexistentes. No presente artigo iremos nos restringir à revisão das publicações sobre os efeitos da exposição ocupacional ao chumbo sobre o sistema auditivo.

Limiar para detecção de tom puro

Os resultados das investigações acerca da alteração de limiares auditivos em trabalhadores são ainda contraditórios. Repko e Corum¹³ relataram a ocorrência de perda auditiva em trabalhadores expostos ao chumbo, particularmente naqueles cujo nível de chumbo em sangue estava acima de 70 µg/dl. Nesse estudo, encontraram aumento do limiar auditivo nas freqüências de 0,5, 1, 3, 4 e kHz associado ao nível de chumbo presente no sangue. Os autores fizeram uma análise crítica de alguns estudos anteriores, no que diz respeito ao tamanho da casuística e às informações insuficientes sobre o nível de ruído a que estes indivíduos estavam expostos no ambiente de trabalho.

Baloh e col.⁴ realizaram avaliação audiológica em 69 indivíduos expostos ocupacionalmente ao chumbo e revelaram que os limiares auditivos encontrados não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de trabalhadores expostos ao chumbo e o grupo controle. Desta forma, afirmaram que neste estudo não foi possível identificar a influência da exposição do chumbo na audição.

Em contraposição, quando foram investigados os limiares auditivos de 183 trabalhadores submetidos à exposição ocupacional ao chumbo por Forst et al.¹⁴, foi

observada correlação estatisticamente significativa entre o nível de chumbo no sangue e queda de limiar audiométrico na frequência de 4 kHz. Entretanto, neste estudo não foram consideradas variáveis intervenientes, como, por exemplo, o nível de exposição destes trabalhadores ao ruído.

A exposição ocupacional ao chumbo em 45 trabalhadores de uma gráfica foi analisada por Farahat et al.¹⁵, sendo observada uma correlação significativa entre os níveis de chumbo em sangue e os limiares auditivos, especialmente na frequência de 8 kHz. As frequências de 1, 2, e 4 kHz também mostraram-se afetadas, sendo que o nível médio de ruído presente no ambiente de trabalho era de 42 dB. Desta forma, concluíram que houve associação entre a elevação de limiares auditivos e o nível de chumbo presente no sangue.

Mais recentemente, num estudo com 339 trabalhadores de uma indústria de baterias foram medidos: o nível de chumbo no sangue, a concentração de chumbo no ar, o nível de ruído no ambiente de trabalho e, os limiares auditivos desses trabalhadores¹. Os mesmos foram entrevistados para obtenção de dados demográficos e de sua história ocupacional. A análise estatística multivariada, a qual avaliou vários fatores de risco à audição, revelou uma correlação significativa entre índices de exposição crônica elevados e limiares auditivos. Não foi observada correlação entre a exposição ao ruído e a ocorrência de perdas auditivas (provavelmente porque a exposição ao ruído não era intensa, nem de duração suficiente para que os efeitos fossem detectáveis). Da mesma forma, nenhuma interação entre os dois agentes foi detectada (possivelmente pela razão mencionada acima, ou porque o chumbo e o ruído atingem porções distintas do sistema auditivo).

Os efeitos do chumbo no sistema auditivo nervoso central

A ocorrência de alterações em diferentes potenciais cerebrais evocados, incluindo os potenciais cognitivos (P300), foram relatadas por alguns grupos de pesquisa. Holdstein et al.⁹ investigaram o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) em 16 indivíduos na faixa etária de 18 a 56 anos (média 40 anos) com níveis de chumbo no sangue entre 30 e 80 µg/dl (média de 48 µg/dl). As ondas do PEATE foram captadas em 10 e 55 milissegundos (mseg), sendo encontrado aumento de latência nos interpicos I-III (em 10 e 55 mseg) e III-V em 10 mseg de estímulo nos indivíduos expostos ao chumbo.

Os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico e potenciais somatosensoriais foram pesquisados por Lille et al.¹⁶ em 13 indivíduos com nível médio de chumbo em sangue de 100 µg/100ml e idade média de 37 anos, sendo que quatro destes indivíduos tinham história de exposição concomitante ao álcool. Os autores relataram como única anormalidade ao PEATE o aumento de latência do interpico I-V em um indivíduo exposto ao chumbo e ao álcool. Nesse

estudo, os autores concluíram que não houve relação significativa entre o nível de Pb-S e as latências obtidas na avaliação do PEATE.

Os resultados do PEATE foram analisados também por Discalzi et al.¹⁷ que avaliaram 49 trabalhadores expostos ao chumbo, com média de exposição de 7,4 anos. A concentração de chumbo em sangue foi analisada com base nas amostras coletadas no dia do experimento (média de 54,6 µg/dl), e, na média obtida nos últimos três anos de exposição ao chumbo (média de 53,5 µg/dl). Foram consideradas as diferenças entre as latências dos interpicos I-V, I-III e III-V. Como resultado, encontraram prolongamento significativo nos valores de interpicos, sendo que o aumento de latência foi mais significativo no interpico I-V em trabalhadores com níveis de chumbo em sangue maiores que 50 µg/dl obtidos nos últimos três anos de exposição. Os autores concluíram que o PEATE é um teste sensível na detecção dos efeitos subclínicos do chumbo nas vias auditivas do tronco encefálico. Essa conclusão foi ratificada por outros grupos de pesquisadores. Em um grupo de 15 trabalhadores expostos ao chumbo, com níveis de Pb-S entre 13 e 67 µg/dl, Hirata e Kosaka¹⁸ demonstraram, por meio do PEATE, aumento de latência do interpico III-V. Num estudo semelhante, Murata et al.¹⁹ realizaram o PEATE em 36 mulheres expostas ocupacionalmente ao chumbo, com nível médio de Pb-S de 55,6 µg/dl, e, não encontraram diferenças significativas entre as latências, ao compararem os resultados obtidos no grupo controle.

Araki et al.²⁰ estudaram a função cognitiva utilizando uma modalidade de potencial evocado tardio (P300) em 22 trabalhadores, cuja concentração de chumbo no sangue encontrava-se entre 12 a 59 µg/dl. A latência do P300 foi significativamente mais prolongada comparada ao grupo controle, e demonstrou correlação com o nível de chumbo no sangue. Os autores avaliaram, nesta mesma casuística, a velocidade de condução nervosa periférica. Os resultados demonstraram velocidade mais lenta nos trabalhadores expostos, sendo esta correlacionada da mesma forma ao nível de chumbo presente no sangue. Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre a velocidade de condução nervosa e o P300, o que levou os autores a concluir que o mecanismo dos efeitos do chumbo no SNC parece ser diferente do mecanismo dos efeitos no sistema nervoso periférico. Além disto, estes pesquisadores afirmaram que os resultados deste estudo sugerem que o chumbo afeta a função cognitiva, bem como as funções do sistema nervoso auditivo central.

Resultados semelhantes aos descritos acima foram obtidos por Murata e col.²¹. A latência do P300 mostrou-se significativamente prolongada e dependente do nível de Pb-S em comparação ao grupo controle, assim como houve a ocorrência de latência aumentada do interpico I-V na avaliação do PEATE. A casuística deste estudo constituiu-se de 22 trabalhadores com níveis de chumbo em sangue abaixo

de 65 µg/dl e com ausência de sintomas clínicos característicos da intoxicação a este metal. A partir desses resultados, os autores sugeriram que as vias auditivas do tronco encefálico são afetadas pela exposição ao chumbo, assim como a função cognitiva, mesmo em trabalhadores assintomáticos.

Da mesma forma, a ocorrência de alterações na avaliação do potencial auditivo evocado de tronco encefálico e no potencial cognitivo foram descritas em trabalhadores expostos ao chumbo por Araki et al.^{22,23}. Os autores concluíram que o efeito do chumbo sobre as latências (picos e interpicos) obtidas no PEATE, aparece com nível de Pb-S a partir de 40-50 µg/dl, e no P300, com níveis de chumbo em sangue a partir de 30-40 µg/dl.

Num estudo transversal que buscou investigar os efeitos da exposição simultânea ao chumbo e ao ruído sobre o sistema nervoso auditivo central em 43 trabalhadores de uma fábrica de baterias no Brasil, foram utilizados os seguintes procedimentos: medida do nível de chumbo em sangue (Pb-S), Audiometria Tonal, Testes como Dicótico de Dígitos, Identificação de Sentenças Competitivas (SSI), Escuta Dicótica de Dissílabos (SSW), e Fala Filtrada (Jacob¹², Jacob e col., submetido). Destes 43 participantes da pesquisa, 17 estavam expostos a níveis de ruído de 96 dBA, e 26 estavam expostos a ruído (84 dBA) e chumbo. Os testes comportamentais que avaliaram as habilidades auditivas de fechamento, figura-fundo e memória sequencial, evidenciaram as diferenças entre os grupos, pois as alterações foram mais prevalentes entre os trabalhadores expostos aos dois agentes.

Em 1993, Otto e Fox²⁴ apontaram direções para estudos futuros na investigação dos efeitos do chumbo no sistema auditivo:

- estudos histológicos e morfológicos de todos os níveis do sistema auditivo para identificar o topodiagnóstico das lesões nas vias auditivas;
- estudos eletrofisiológicos das estruturas corticais e subcorticais para identificar o topodiagnóstico e os mecanismos de indução de déficits auditivos;
- potenciais auditivos evocados de tronco encefálico variando o padrão da apresentação do estímulo, principalmente, em humanos;
- estudos com estímulos auditivos complexos (e.g. escuta dicótica, mascaramento) para identificar os efeitos do chumbo no processamento auditivo central;
- testes eletrofisiológicos e psicológicos para determinar a reversibilidade/irreversibilidade dos prejuízos causados pelo chumbo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perdas auditivas ocupacionais estão ligadas, em sua grande maioria, à exposição a ruído de intensidade elevada, por um período de tempo prolongado. Além do problema do ruído, a literatura também revela que outros agentes presentes

no meio ambiente ou na indústria, como os agentes químicos, podem causar perdas auditivas. Como pode ser observado neste artigo, existem evidências de que o chumbo é um destes agentes, e que seus efeitos não se restringem à cóclea. Essa informação obrigará que pesquisadores ou profissionais das áreas de saúde ocupacional, fonoaudiologia, medicina do trabalho e otorrinolaringologia, levem em consideração as exposições a produtos químicos ao estudar perdas auditivas ligadas ao trabalho. Essa decisão terá implicações diretas na definição de qual população deverá ser estudada, quais variáveis deverão ser consideradas, quais testes auditivos deverão ser realizados e como direcionar a análise de dados.

Atualmente, legislações internacionais não exigem que a audição de trabalhadores expostos a produtos químicos seja acompanhada, como no caso de ruído elevado, apesar de instituições de pesquisa como o NIOSH^{25,26} (*National Institute for Occupational Safety and Health*) e ACGIH²⁷ (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) já recomendarem que a exposição aos agentes químicos seja considerada nos programas de prevenção de perdas auditivas. Em 1999, o exército Americano seguiu essas recomendações e mudou as normas de seu Programa de Conservação Auditiva, passando a testar periodicamente a audição daqueles expostos a uma série de produtos químicos (inclusive o chumbo), independentemente da exposição a ruído. Considerando as evidências que já existem, espera-se que esse exemplo seja seguido por outras instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO – PDH. Report of the First Informal Consultation on Future Programme Developments for the Prevention of Deafness and Hearing Impairment. World Health Organization, Geneva, pp. 23-24, 1997.
2. Morata TC, Lemasters G. Considerações epidemiológicas para o estudo de perdas auditivas ocupacionais. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, Ibañez RN. PAIR – Perda auditiva induzida pelo ruído. Vol. II. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. pp.1-16.
3. Cordeiro R. O saturnismo em Bauru. In: Pimenta AL, Costa Filho DC (org.). Saúde do trabalhador. São Paulo: Hucitec; 1988. pp. 47-83.
4. Baloh RW, Spivey GH, Brown P, Morgan D, Campion DS, Browdy BL, et al. Subclinical effects of chronic increased lead absorption – a prospective study: results of baseline neurologic testing. *Journal of Occupational Medicine*, 21(7):490-6, 1979.
5. Manuais de Legislação Atlas. Segurança e Medicina do trabalho. 36th ed., Vol. 16. São Paulo: Atlas; 1997.
6. Araujo UC, Pivetta FR, Moreira JC. Avaliação da exposição ocupacional ao chumbo: proposta de uma estratégia de monitoramento para prevenção dos efeitos clínicos e subclínicos. *Cad. Saúde Pública*, 15(1):123-31, 1999.
7. Matte TD, Figueroa JP, Burr G, Flech, Jerome P, Keenlyside RA, et al. – Lead exposure among lead-acid battery workers in Jamaica. *Am. J. Ind. Med.*, 16:167-77, 1989.
8. Buschinelli JT, Barbosa CQ, Trivelato GC. Chumbo x trabalhadores: um jogo lento e fatal. *Proteção*, 7(2):42-50, 1990.
9. Holdstein Y, Pratt H, Goldsher M, Rosen G, Shenha Vr., Linn S, Mor A, Barkai A. Auditory brainstem evoked potentials in asymptomatic lead-exposed subjects. *J. Laryngol. Tol.*, 100(9):1031-6, 1986.

10. Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR). The nature and extent of lead poisoning in children in the United States: a report to Congress. DHHS, ATSDR, 1988.
11. Zanini O. Fundamentos de toxicologia. São Paulo: Atheneu, 1996.
12. Jacob LCB. Efeitos da exposição simultânea ao chumbo e ao ruído sobre o sistema nervoso central em trabalhadores de uma fábrica de baterias [Tese de doutorado]. Universidade de São Paulo, Bauru, 2000.
13. Repko JD & Corum CR. Critical review and evaluation of the neurological and behavioral sequelae of inorganic lead absorption. *CRC Crit. Ver. Toxicol.*, 6:135-87, 1979.
14. Forst LS, Freels S, Persky V. Occupational lead exposure and hearing loss. *J. Occup. Environm. Med.*, 39(7):658-60, 1997.
15. Farahat TM, Abdel-Rasoul GM, El-Assy AR, Kandil SH, Kabil MK. Hearing thresholds of workers in a printing facility. *Environmental Research*, 73:189-92, 1997.
16. Lille F, Hazemann P, Garnier R, Dally S. Effects of lead and mercury intoxications on evoked potentials. *Clinical Toxicology*, 26(1-2):103-16, 1988.
17. Discalzi GL, Capellaro F, Bottalo L, Fabbro D, Mocellini A. Auditory brainstem evoked potentials (BAEPs) in lead-exposure workers. *Neurotoxicology*, 13(1):207-9, 1992.
18. Hirata M & Kosaka H. Effects of lead exposure on neurophysiological parameters. *Environ. Res.*, 63:60-9, 1993.
19. Murata K, Araki S, Yokoyama K, Nomiya K, Nomiya H, Tão Yx, Liu S J. Autonomic and central nervous system effects of lead in female glass workers in China. *Am. J. Ind. Med.*, 28(2):233-44, 1995.
20. Araki S, Murata K, Yokoyama K, Uchida E. Auditory event-related potential (P300) in relation to peripheral nerve conduction in workers exposed to lead, zinc, and copper: effects of lead on cognitive function and central nervous system. *Am. J. Ind. Med.*, 21:539-47, 1992.
21. Murata K, Araki S, Yokoyama K, Uchida E, Fujimura Y. Assessment of central, peripheral, and autonomic nervous system functions in lead workers: neuroelectrophysiological studies. *Environ. Res.*, 61:323-36, 1993.
22. Araki S, Murata K, Yokoyama K. Application of neurophysiological methods in occupational medicine in relation to psychological performance. *Ann. Acad. Med. Singapore*, 23(5):710-8, 1994.
23. Araki S, Sato H, Yokoyama K, Murata K. Subclinical neurophysiological effects of lead: a review on peripheral, central and autonomic nervous system effects in lead workers. *Am. J. Ind. Med.*, 37(2):193-204, 2000.
24. Otto DA & Fox DA. Auditory and visual dysfunction following lead exposure. *Neurotoxicol.*, 14(2-3):191-207, 1993.
25. National Institute For Occupational Safety And Health – NIOSH. National Occupational Research Agenda. Cincinnati: USDHHS, PHS, CDC, NIOSH, publication no.96-115, 1996.
26. National Institute For Occupational Safety And Health – NIOSH. Criteria for a Recommended Standard. Occupational Exposure to Noise. Revised Criteria. Cincinnati: USDHHS, PHS, CDC, NIOSH, publication no.98-126, 1998.
27. American Conference of Government Industrial Hygienists – ACGIH. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1998-1999. ACGIH, Cincinnati, 1999.
28. WU, T. N.; SHEN, C. Y.; LAI, J. S.; GOO, C. F.; KO, K. N.; CHI, H. Y.; CHANG, P. Y.; LIOU, S. H. – Effects of lead and noise exposures on hearing ability – *Arch Environ Health*, Mar-Apr; 55(2):109-14, 2000.