

# Distúrbios neurológicos em trabalhadores com baixos níveis de chumbo no sangue. I: Neuropatia periférica\*

## *Neurological disturbances in workers with low levels of lead in the blood. I: Peripheral neuropathy*

Ricardo Cordeiro, Euclides C. Lima Filho e Paulo E. T. Salgado

*Departamento de Saúde Pública da Faculdade de Medicina de Botucatu. Botucatu, SP - Brasil (R.C.); Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos da Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, RJ - Brasil (E.C.L.F.); Departamento de Princípios Ativos Naturais e Toxicologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara. Araraquara, SP - Brasil (P.E.T.S.)*

### Resumo

Trata-se de estudo observacional, transversal, em população aleatorizada, cujo objetivo foi contribuir para a avaliação da validade dos limites de tolerância biológica (LTB) estabelecidos no Brasil para a plumbemia (Pb-S) e a concentração urinária do ácido  $\delta$ -aminolevulínico (ALA-U). Para tanto, um grupo de trabalhadores expostos ao chumbo, cujos valores de Pb-S e ALA-U encontravam-se no momento do estudo — bem como nos 2 anos precedentes — abaixo dos LTB brasileiros, foi submetido a exame eletroneurográfico dos nervos mediano direito, ciático-popliteo externo direito, radial direito, radial esquerdo e sural direito. Os resultados foram comparados com os obtidos por intermédio da aplicação do mesmo conjunto de exames em um grupo-controle não exposto ao chumbo. No grupo exposto foram encontrados sinais de comprometimento dos nervos radiais - que diferiam significativamente dos resultados obtidos no grupo-controle ( $p = 0,0067$ ). Os resultados apontam contra a validação dos LTB estabelecidos no Brasil para a Pb-S e a ALA-U.

**Exposição ocupacional, normas. Intoxicação por chumbo, prevenção & controle. Doenças do sistema nervoso periférico, induzido quimicamente.**

### Abstract

*This is a cross-sectional study with a randomized choice of individuals aiming at studying the validity of the Brazilian biological exposure limits applied to lead level in the blood (PbB) and delta-aminolevulinic acid in the urine (ALAU), which are 60  $\mu\text{g}/\text{dl}$  and 10  $\text{mg}/\text{g.creat.}$ , respectively. For this purpose, twenty workers, whose PbB and ALAU values have been below these limits over the past two years, were selected at random at a battery production plant in the State of S. Paulo, Brazil. The workers were submitted to a peripheral nerve*

\* Financiado pela Fundação para o Desenvolvimento da UNESP. (Processo FUNDUNESP 277/94-DFP/F/CBS) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq (Processo 141069/92-9).

**Correspondência para / Correspondence to:** Ricardo Cordeiro - Caixa Postal 543 - 18618-970 Botucatu, SP - Brasil. Fax: (014) 822.0421

E-mail: cordeiro@fmb.unesp.br

Edição subvencionada pela FAPESP. Processo 95/2290-6.

Recebido em 9.8.1995. Aprovado em 5.1.1996.

*conduction study. The results were compared with those obtained for workers of a control group also chosen at random. The lead workers showed a decrease in the velocity conduction of the radial nerves. Comparing this group with a randomized control group, a significant difference was observed ( $p$ -value = 0.0067). The results suggest that the Brazilian biological exposure limits above should be rearranged.*

**Occupational exposure, standard. Lead poisoning, prevention. Peripheral nervous system diseases, chemical induced.**

## INTRODUÇÃO

Devido ao seu baixo ponto de fusão, ductibilidade e facilidade em formar ligas metálicas, o chumbo foi um dos primeiros metais a ser manipulado pelo homem, que desde a antiguidade utilizava-o na fabricação de utensílios, armas e adornos. Foi no entanto a partir do século XVIII, que sua utilização atingiu grande escala, quando passou a ser incorporado aos processos industriais então nascentes.

O chumbo metálico é utilizado em mais de duzentos processos industriais diferentes<sup>43</sup>, entre os quais se destacam a produção de acumuladores elétricos, ligas de chumbo, chapas, tubos, revestimentos de cabos e a produção de vários pigmentos utilizados na indústria química.

Diferentemente de outros metais — como o ferro, o zinco, o cobalto, o cromo, o manganês e o cobre — o chumbo é um elemento absolutamente estranho ao metabolismo humano, em qualquer quantidade. Sua presença nos diversos tecidos, a partir de uma concentração limiar, interfere em diversas passagens metabólicas, causando os sinais e sintomas da doença conhecida como saturnismo ou intoxicação pelo chumbo. Tal quadro pode tanto ter origem ambiental, mais restrito às crianças, quanto origem ocupacional, quando é chamado de intoxicação profissional pelo chumbo (IPPb).

Assiste-se hoje à diminuição da ocorrência da IPPb nos países do primeiro mundo, onde chegou a atingir proporções epidêmicas durante o final do século XIX, enquanto nos países como o Brasil essa doença ainda avança<sup>37</sup>. Muito embora não haja informação sistematizada a respeito da prevalência da IPPb — como de resto de todas as doenças profissionais — em nosso meio, presume-se, que ela seja alta<sup>13</sup>, a partir de estudos isolados e do conhecimento da magnitude da exposição no País.

O controle e a prevenção da IPPb constituem no Brasil problema de saúde pública. Como tal, deve ser equacionado por intermédio de ações técnicas —

de higiene industrial e médicas — no âmbito da fábrica, conjugadas a ações de normatização, de cunho eminentemente político e de abrangência geral.

Na prevenção da IPPb, e no seguimento dos trabalhadores já intoxicados, preconiza-se, no âmbito da monitorização biológica, o acompanhamento da concentração sanguínea de chumbo (Pb-S) e da concentração urinária do ácido  $\delta$ -aminolevulínico (ALA-U), observando que esses indicadores sejam mantidos abaixo de limites previamente estabelecidos. Tais limites, conhecidos como limites de tolerância biológica (LTB), conceitualmente são concentrações de alerta, acima das quais o risco de adoecimento aumenta consideravelmente<sup>15, 16, 17, 35</sup>.

Em 1983, a partir do Anexo II da Norma Regulamentadora n° 7, o Ministério do Trabalho definiu como 60  $\mu$ g/dl e 15  $\mu$ g/l os limites de tolerância biológica para a Pb-S e a ALA-U, respectivamente<sup>9</sup> — os dois mais importantes indicadores biológicos para a prevenção da IPPb. Na prática, o Ministério do Trabalho determina que o diagnóstico da IPPb deva ser feito para um trabalhador exposto ao chumbo quando esse apresentar Pb-S e/ou ALA-U igual ou maior que os LTB determinados<sup>9</sup>.

Recentemente o Ministério do Trabalho complementou a Norma Regulamentadora n° 7, por intermédio da Portaria n° 24/1994<sup>8</sup>, publicada em dezembro de 1994, onde o LTB da ALA-U é reduzido de 15 mg/l para 10 mg/g.creat. Manteve-se inalterado o LTB da Pb-S. Nessa portaria o termo limite de tolerância biológica foi substituído por índice biológico máximo permitido (IBMP).

Os LTB aplicados à Pb-S e à ALA-U foram fixados no Brasil em valores semelhantes aos fixados nos Estados Unidos em 1972, a partir de estudos coordenados pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists,\* e até hoje não foram validados nacionalmente.

Por sua vez, os valores norte-americanos dos LTB acima foram estabelecidos em consonância com o conhecimento científico vigente na época. Até meados

\* Dados Inéditos

da década de 70 consideravam-se os distúrbios da síntese da hemoglobina os primeiros efeitos adversos associados a elevação da concentração do chumbo nos tecidos moles<sup>42</sup>, muito embora já se conhecessem alguns distúrbios do sistema nervoso central associados a intoxicação profissional pelo chumbo - tais como hiperatividade, irritabilidade e depressão<sup>10, 19, 23</sup> — e já se soubesse que alguns desses distúrbios ocorriam logo nas fases iniciais da doença<sup>11, 18, 34</sup>. Também era sabido que portadores assintomáticos de IPPb podiam apresentar disfunções nervosas periféricas<sup>11, 29, 33</sup>, caracterizadas pela diminuição da velocidade de condução do impulso nervoso, predominantemente em fibras motoras dos membros superiores<sup>2, 3</sup>, cuja etiopatogenia ainda hoje não está claramente estabelecida.

A partir dessa época, entretanto, começam a surgir relatos na literatura internacional apontando a presença de alterações neurológicas em trabalhadores expostos ao chumbo em níveis até então considerados seguros. Em recente revisão, Cordeiro e Lima Filho<sup>14</sup> (1995) apontam vários estudos internacionais, sugerindo a ocorrência de diversos distúrbios neurológicos centrais e periféricos em trabalhadores, cujos indicadores Pb-S e ALA-U encontraram-se sempre em níveis inferiores àqueles estabelecidos como LTB no Brasil. Não obstante, alguns autores não conseguiram demonstrar alterações neurológicas periféricas nestes níveis de exposição<sup>24, 27, 28, 38, 40</sup>, e outros não encontraram distúrbios neurocomportamentais em trabalhadores expostos também a esses níveis<sup>25, 28</sup>.

O objetivo da presente pesquisa é contribuir para o estudo da validade dos LTB estabelecidos no Brasil para a Pb-S e a ALA-U. Esta primeira parte refere-se a achados relativos a alterações neurológicas periféricas em trabalhadores brasileiros. Segue-se a ela a segunda parte, onde serão apresentadas e discutidas alterações neurocomportamentais encontradas no mesmo grupo.\*

## MATERIAL E MÉTODO

### Hipótese de Trabalho

A hipótese testada foi:

*Hipótese H<sub>0</sub>*: Não ocorre alteração *eletroneurográfica* em trabalhadores ocupacionalmente expostos ao chumbo inorgânico que apresentam Pb-S e ALA-U abaixo dos LTB brasileiros.

A alteração eletroneurográfica a que a hipótese H<sub>0</sub> se refere foi definida como a presença de no mínimo uma das alterações abaixo:

- distúrbios da condução do impulso nervoso no nervo mediano direito
- distúrbios da condução do impulso nervoso no nervo ciático-popliteo externo direito
- distúrbios da condução do impulso nervoso no nervo radial direito
- distúrbios da condução do impulso nervoso no nervo radial esquerdo
- distúrbios da condução do impulso nervoso no nervo sural direito

### Análise

Foram estudados dois grupos comparáveis de trabalhadores, que diferiam entre si quanto à exposição ao chumbo. A citada hipótese foi testada por intermédio da comparação das médias dos resultados obtidos nos exames eletroneurográficos por trabalhadores atualmente expostos ocupacionalmente ao chumbo, com as médias obtidas por trabalhadores de um grupo nunca exposto ocupacionalmente ao metal. Tal comparação deu-se por intermédio da aplicação de testes t de Student, monocaudais, para diferenças entre médias de populações independentes, com nível de significância  $\alpha$  e poder do teste 1- $\beta$ , prévia e respectivamente estabelecidos como 0,05 e 0,80.

### Processo Amostral

Com os valores referidos dos erros  $\alpha$  e  $\beta$  e utilizando-se estimativas de médias e variâncias obtidas em estudos eletroneurográficos de trabalhadores expostos ao chumbo (Seppäläinen e col.<sup>31</sup>, 1979), calculou-se, por intermédio do algoritmo proposto por Snedecor e Cochran<sup>36</sup> (1980), que uma amostra aleatória de 40 trabalhadores, 20 expostos e 20 não expostos, seria o mínimo necessário para a condução do estudo.

Foram então compostos dois grupos de trabalhadores diferindo quanto à exposição ao chumbo (exposto e não exposto). O exposto foi constituído por 20 trabalhadores, selecionados por amostragem aleatória simples, realizada após terem passado por três processos de seleção, a seguir descritos, tendo como base populacional a linha de montagem de uma fábrica de acumuladores elétricos de médio porte (280 trabalhadores, excluídos os que trabalhavam na expedição e nos escritórios da empresa). Essa fábrica funcionava em regime de dois turnos diurnos fixos — das 7 às 17 e das 13 às 23 h —, no interior do Estado de São Paulo. Tal linha de montagem consistia de um grande galpão, que concentrava todo o processo produtivo da empresa, exceto o procedimento de carga dos acumuladores elétricos. Segundo a empresa, não havia rodízio de funções na linha de produção.

O primeiro processo seletivo, ao qual foram submetidos os 280 trabalhadores, consistiu de uma entrevista onde foram excluídos aqueles que não satisfizeram a pelo menos um dos requisitos abaixo:

- 1) Concordância em participar do estudo.
- 2) Ser do sexo masculino.
- 3) Trabalhar na empresa há no mínimo um ano.

\* A segunda parte da pesquisa deve ser publicada na RSP, vol. 30, nº 4, Agosto, 1996.

- 4) Ter idade entre 20 e 44 anos.
- 5) Não consumir no presente — e em nenhum momento passado, por mais remoto que seja — mais que uma garrafa (600 ml) de cerveja ou uma dose (50 ml) de qualquer outra bebida alcoólica por semana.
- 6) Nunca ter anteriormente exercido as seguintes ocupações, sabidamente fontes de exposição a solventes orgânicos: pintor, frentista, mecânico de oficinas, operador de indústrias petroquímicas, de indústrias de calçados e de indústrias de plásticos em geral.
- 7) Nunca ter tido contato profissional com agrotóxicos de qualquer natureza.

Após as entrevistas, foram excluídos 248 trabalhadores do grupo, a maioria deles por não satisfazerem ao quinto critério, acima definido, e apenas dois por não concordarem em participar do estudo (critério 1).

O segundo processo seletivo constou de anamnese, exame clínico e neurológico, aplicados aos 32 trabalhadores não excluídos pelo processo anterior. O objetivo da anamnese foi detectar e excluir trabalhadores com uso atual ou pregresso de drogas sabidamente implicadas em neuropatias tóxicas, bem como com condições potencialmente associadas a patologias que sabidamente têm repercussão neurológica periférica ou comprometimento de funções nervosas superiores. O exame neurológico objetivava detectar e excluir trabalhadores com eventuais neuropatias periféricas não relacionadas ao chumbo. Dois trabalhadores foram excluído, nessa fase, sendo que os 30 restantes não apresentaram nenhum dado positivo à anamnese, além de exames clínico e neurológico dentro dos limites da normalidade.

Os 30 citados trabalhadores foram submetidos ao terceiro e último processo seletivo, dosagens de Pb-S e ALA-U. As plumbemias, bem como as medidas de ALA-U, situaram-se todas abaixo dos LTB estabelecidos.

Finalmente, por intermédio de sorteio simples, foram alocados 20 trabalhadores entre os 30 que passaram pelos três processos seletivos, compondo então o grupo exposto.

Durante os últimos 2 anos que precederam a realização do presente estudo, os trabalhadores do grupo exposto, bem como todos os demais trabalhadores da produção, foram submetidos à dosagem de plumbemia realizada pela indústria em laboratório próprio, por intermédio de espectrofotometria de absorção atômica, com periodicidade média de 4 meses. Analisando-se os resultados desses exames, fornecidos pela própria empresa, observou-se que nenhuma das avaliações excedera o valor de 60 µg/dl.

O grupo não exposto foi também constituído por 20 trabalhadores, selecionados por intermédio de amostragem aleatória estratificada, realizada após já terem passado por dois processos de seleção a seguir descritos. Sua base populacional foi a ocupação de soldador de uma montadora de grande porte (2.400 trabalhadores) de veículos de transporte coletivo, que funcionava em regime de turno diurno único, das 7 às 17 h, no interior do Estado de São Paulo.

Devido às características de distribuição espacial das seções de trabalho da referida montadora, a seção dos sol-

dados foi a melhor escolha possível para a composição do grupo não exposto, basicamente por apresenta-se com número suficientemente grande de trabalhadores, e por colocar-se geograficamente à adequada distância das seções de pintura da montadora, evitando assim a contaminação ocupacional com solventes orgânicos. Sabe-se que o manganês é um metal existente em alguns processos de solda, e que este metal pode estar implicado em alterações neurocomportamentais. Desconhece-se qualquer efeito neurológico periférico do manganês, a montadora em questão monitoriza periodicamente seus soldadores com relação a possíveis contaminações com metais pesados, inclusive o manganês, não tendo sido detectado nenhum caso de contaminação até o momento da pesquisa.

Na ocasião da pesquisa, trabalhavam como soldador na referida empresa 321 funcionários. Esses foram submetidos ao primeiro processo seletivo, similar ao primeiro do grupo exposto, acrescentando-se como exigência adicional nunca terem tido exposição ocupacional ao chumbo em ocupações anteriores à atual. Foram excluídos, nesta fase, 257 trabalhadores, principalmente por não satisfazerem ao quinto critério já referido para o grupo exposto.

Os 64 trabalhadores restantes foram submetidos a um segundo processo seletivo, semelhante ao segundo do grupo exposto, sendo então afastados mais 3 trabalhadores.

Dos 61 restantes, 20 foram selecionados por intermédio de amostragem aleatória estratificada. Tal procedimento visou a emparelhar o grupo exposto e o não-exposto, no que diz respeito às variáveis faixa etária, escolaridade e hábito de fumar. A faixa etária foi critério de emparelhamento por ser uma variável associada à velocidade de condução periférica, e a escolaridade, por ser uma variável às vezes associada ao desempenho em testes neurocomportamentais.

Para tanto, os 20 trabalhadores do grupo exposto foram estratificados de acordo com três variáveis: idade (20 a 24, 25 a 29, 30 a 34, 35 a 39 e 40 a 44 anos), escolaridade (até a quarta série do primeiro grau, da quinta à oitava série do primeiro grau, segundo grau completo ou não); e hábito de fumar (fuma, não fuma). A Tabela 1 mostra a distribuição conjunta dessas variáveis.

Também os 61 trabalhadores que passaram pelos dois processos de seleção para a formação do grupo não-exposto foram classificados quanto às variáveis idade, escolaridade e hábito de fumar. A Tabela 2 mostra a distribuição conjunta dessas variáveis.

O grupo não-exposto foi constituído por sorteio simples de um número de trabalhadores igual ao número encontrado, estrato a estrato, na Tabela 1, a partir de uma base correspondente, estrato a estrato da Tabela 2. Exemplificando, dos dois trabalhadores não-expostos ao chumbo com idade entre 20 e 24 anos, fumantes e com escolaridade até a quarta série do primeiro grau, um foi sorteado para compor o grupo não exposto; dos três trabalhadores não expostos com idade entre 20 e 24 anos, não fumantes e com escolaridade entre a quinta e a oitava série do primeiro grau, um foi sorteado para compor o grupo não exposto; e assim sucessivamente.

**Tabela 1** - Distribuição conjunta das variáveis escolaridade, idade e hábito de fumar entre os trabalhadores do grupo exposto.

Escolaridade	20-24 anos		25-29anos		30-34anos		35-39 anos		40-44anos		Total
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	
até 4ª série	1	-	1	1	-	-	2	-	1	-	6
5ª a 8ª série	-	1	1	3	1	3	1	-	-	1	11
2º grau	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	3
Total	1	1	3	4	2	3	3	-	1	2	20

F = fumante  
NF = não fumante

**Tabela 2** - Distribuição conjunta das variáveis escolaridade, idade e hábito de fumar entre os trabalhadores do grupo não expostos após seu segundo processo seletivo.

Escolaridade	20-24 anos		25-29anos		30-34anos		35-39 anos		40-44anos		Total
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	
até 4ª série	2	3	1	1	1	1	3	1	2	-	15
5ª a 8ª série	4	3	3	4	1	3	2	1	-	2	23
2º grau	2	4	2	2	3	2	1	2	2	3	23
Total	8	10	6	7	5	6	6	4	4	5	61

F = fumante  
NF = não fumante

## Exames Gerais

Uma vez compostos os grupos exposto e não exposto, os 40 trabalhadores foram submetidos a um conjunto de avaliações clínicas e laboratoriais gerais com o intuito de validar sua comparabilidade:

- exame antropométrico
- aferição da pressão arterial
- exames laboratoriais gerais: dosagens séricas de sódio, potássio, uréia, creatinina, TGO, TGP,  $\gamma$ -GT, fosfatase alcalina, bilirrubina direta, bilirrubina indireta, triglicérides, colesterol, glicemia de jejum e urina tipo I.

## Análises Toxicológicas

Os trabalhadores estudados foram submetidos a dosagens de Pb-S, ALA-U e atividade da enzima  $\delta$ -aminolevulínico desidratase (ALAD).

As amostras sanguíneas utilizadas para o processamento das análises toxicológicas foram coletadas entre 6 h e 30 min e 7 h e 30 min, nas empresas onde os trabalhadores eram empregados, porém em ambiente adequado, afastado das linhas de produção, no quarto ou quinto dia útil da semana. Os trabalhadores usavam roupas próprias vindas de casa, não tendo passado pelas linhas de produção antes da coleta.

Após lavagem da região de punção com água abundante, utilizou-se para a venopunção seringa de polietileno, inclusive o êmbolo. Na mesma ocasião colheram-se amostras de urina para dosagem de ALA-U, em frascos de vidro comum. As amostras foram todas imediatamente transportadas, sob refrigeração apropriada, para o Laboratório de Toxicologia do Departamento de Princípios Ativos Naturais e Toxicologia da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara-UNESP, onde foram

processadas. A determinação da Pb-S deu-se por espectrofotometria de absorção atômica, executando-se a técnica descrita por Patriarca e Morisi<sup>26</sup> (1990), utilizando-se para tanto um Espectrofotômetro de Absorção Atômica AAS4-Carl Zeiss Jena, Forno de Grafite EA4 e Micropipetador MPE4. A determinação da ALA-U deu-se por espectrometria visível, executando-se a técnica descrita por Tomokuni e Ogata<sup>39</sup> (1972). A determinação da ALAD ocorreu pelo método europeu padronizado, executando-se a técnica descrita por Berlin e Schaller<sup>6</sup> (1974).

## Análises Eletroneurográficas

Os trabalhadores estudados foram submetidos a eletroneurografia dos nervos radial direito, radial esquerdo, mediano direito, ciático-popliteo externo direito e sural esquerdo. Esse conjunto de provas foi composto visando a abranger ao mesmo tempo nervos de membros superiores (mediano e radial) e membros inferiores (sural e ciático-popliteo externo), bem como componentes nervosos sensitivos (radial e sural) e motores (mediano e ciático-popliteo externo), sendo realizado por intermédio de exame eletroneurográfico clássico.

Os exames eletroneurográficos foram realizados no Departamento de Neurologia e Psiquiatria da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP, em uma sala com temperatura padronizada, sempre por um mesmo profissional médico neurologista familiarizado com a técnica de exame, seguindo a mesma rotina padronizada. Foram medidas velocidade de condução, amplitude e tempo de latência distal do impulso nervoso dos nervos pesquisados, além do tempo de latência da onda F dos nervos mediano direito e ciático-popliteo externo direito. Para tanto utilizou-se um eletromiógrafo da marca *Nihon-Kohden*, modelo *Neuropack 2*.

## RESULTADOS

### Exames Gerais

Não foram encontradas diferenças significativas ( $\alpha = 0,05$ ) ao comparar-se os grupos exposto e não exposto por intermédio da aplicação do teste t de Student, bicaudal, quanto às médias dos resultados obtidos nos exames gerais descritos em Material e Método.

### Análises Toxicológicas

A Tabela 3 apresenta média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo de Pb-S, ALA-U e ALAD dos trabalhadores dos grupos exposto e não exposto. As Figuras 1, 2 e 3 apresentam *boxplots* da Pb-S, ALA-U e ALAD de expostos e não expostos.

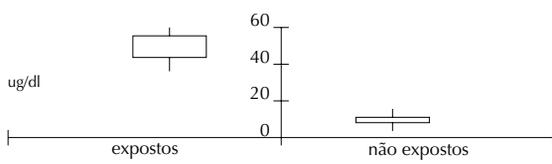


Figura 1 - *Boxplot* da Pb-S entre expostos e não expostos.

### Análises Eletroneurográficas

A Tabela 4 apresenta média, desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo dos resultados da velocidade de condução do impulso nervoso no nervo radial direito dos trabalhadores dos grupos exposto e não expostos. A Figura 4 apresenta o *boxplot* da velocidade de condução no nervo radial direito para expostos e não expostos.

A Tabela 5 resume as estatísticas obtidas por intermédio da comparação das médias das velocidades de condução no nervo radial direito, obtidas entre os trabalhadores dos grupos exposto e não exposto.

As demais medidas eletroneurográficas realizadas (amplitude e latência distal no nervo radial direito, bem como velocidade de condução, amplitude e latência distal nos demais nervos pesquisados) pelos trabalhadores dos grupos exposto e não exposto apresentam médias cujas diferenças não são significativas ao nível  $\alpha = 0,05$ .

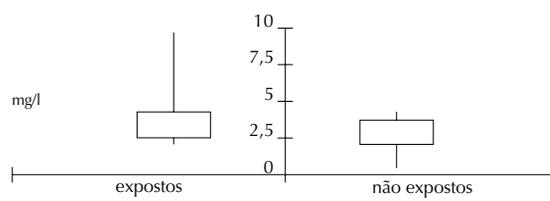


Figura 2 - *Boxplot* da ALA-U entre expostos e não expostos.

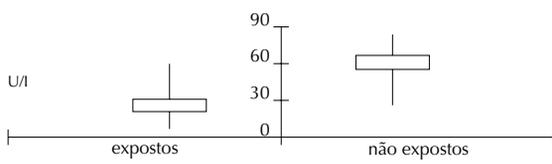


Figura 3 - *Boxplot* da ALAD entre expostos e não expostos.

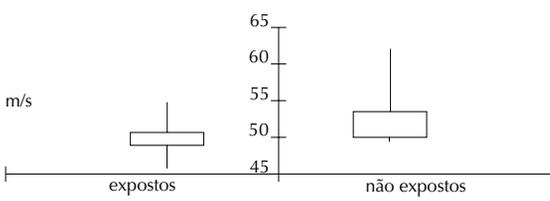


Figura 4 - *Boxplot* da velocidade de condução nervosa no nervo radial direito entre expostos e não expostos.

Tabela 3 - Média, desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo de Pb-S, ALA-U e ALAD dos trabalhadores dos grupos exposto (E) e não exposto (NE).

Indicadores	Média (desvio-padrão)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Pb-S ( $\mu\text{g/dL}$ )			
E	49,44 (6,83)	35,7	58,8
NE	10,28 (3,01)	4,5	16,9
ALA-U ( $\text{mg/L}$ )			
E	3,83 (2,19)	1,7	9,6
NE	2,72 (0,93)	0,5	4,1
ALA-D (U/L)			
E	25,27 (11,39)	6,6	39,6
NE	60,72 (10,75)	26,4	81,6

**Tabela 4** - Média, desvio-padrão, valor mínimo e valor máximo da velocidade de condução do impulso nervoso no nervo radial direito (VC-RADd, em m/s) dos trabalhadores dos grupos exposto e não exposto

VC-RADd	Média (desvio-padrão)	Valor Mínimo	Valor Máximo
Exposto	49,99 (2,19)	45,8	54,5
Não exposto	52,21 (3,14)	49,0	62,3

**Tabela 5** - Comparação entre as médias das velocidades de condução no nervo radial direito (VC-RADd) dos trabalhadores dos grupos exposto e não exposto.

VC-RADd	diferença*	t	valor p**
	-2,22 m/s	-2,5946	0,0067

\* Média dos expostos menos média dos não expostos

\*\* Teste monocaudal, 38 graus de liberdade, assumindo-se variâncias iguais

## DISCUSSÃO

Os resultados referentes a comparação das médias das velocidades de condução do impulso nervoso no nervo radial direito dos trabalhadores, dos grupos exposto e não exposto, descritos na Tabela 5, fazem rejeitar a hipótese  $H_0$ , referida em Material e Método, com nível de significância igual a 0,0067.

Esse resultado é consonante com vários trabalhos internacionais, que evidenciaram retardo da velocidade de condução do impulso nervoso — não apenas do nervo radial, mas também dos nervos mediano, ulnar, tibial posterior, sural — em trabalhadores com indicadores biológicos de exposição ao chumbo semelhantes ou menores que os LTB brasileiros<sup>1, 7, 12, 20, 21, 29, 30, 32, 41</sup>. Para melhor comparação dos resultados com a literatura internacional especializada, veja-se Cordeiro e Lima Filho<sup>14</sup> (1995).

O limite inferior da normalidade da velocidade de condução do impulso no nervo radial (sensitivo) é estabelecido, conservadoramente, como 48,00 m/s<sup>22</sup>. No serviço onde foram realizadas as avaliações dos trabalhadores aqui estudados, tal limite foi confirmado por intermédio de exames feitos em um grande conjunto de indivíduos neurologicamente normais. Dentre os trabalhadores do grupo exposto, dois apresentavam velocidade de condução do ner-

vo radial direito abaixo do limite inferior da normalidade. Estes resultados foram: 46,6 e 45,8 m/s. Embora a aplicação do teste t de Student às médias das velocidades de condução do impulso no nervo radial *esquerdo* não tenha mostrado uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,1001$ ), dentre os trabalhadores do grupo exposto, sete apresentavam velocidade de condução deste nervo abaixo do normal. Estes resultados foram: 47,0; 46,2; 45,9; 45,5; 45,3; 45,1 e 44,8 m/s. Tal fato leva a concluir que entre os 20 trabalhadores expostos aqui estudados, com os indicadores Pb-S e ALA-U abaixo dos LTB brasileiros, existem 7 (35%) com velocidade de condução nervosa no nervo radial esquerdo, situada abaixo do limite da normalidade, estando portanto doentes.

Os efeitos tóxicos do chumbo no âmbito das funções nervosas superiores começam em níveis de exposição inferiores àqueles onde começam seus efeitos neurológicos periféricos<sup>3, 4, 5</sup>.

Os resultados e discussão aqui apresentados apontam contra a validação dos LTB estabelecidos no Brasil para a Pb-S e a ALA-U, sugerindo que seus valores, estabelecidos pela Norma Regulamentadora nº 7, atualizada em 1994 pela Portaria 24/1994 do Ministério do Trabalho<sup>8</sup>, são inadequados para a proteção da saúde dos trabalhadores brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBRITTI, G.; PERTICONI, G.F.; COLANGELI, C.; CURRADI, F.; CIANCHETTI, C.; SIRACUSA, A.; MORUCCI, P. Piombo e neuropatia: studio elettromiografico di 118 soggetti con diversa entità di assorbimento e di intossicazione da piombo. *Med. Lav.*, **68**:412-30, 1977.
2. ADAMS, R.D. & VICTOR, M. *Principles of neurology*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 1981.
3. ADAMS, R.D. & ASBURY, A.K. Doenças do sistema nervoso periférico. In: *Harrison medicina interna*. 10ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1984. p. 2.393-441.
4. BAKER, E.L.; FELDMAN, R.G.; WHITE, R.F.; HARLEY, J.P.; NILES, C.A.; DINSE, G.E.; BERKEY, C.S. Occupational lead neurotoxicity: a behavioural and electrophysiological evaluation: study design and year one results. *Br. J. Ind. Med.*, **41**:352-61, 1984.
5. BAKER, E.L.; WHITE, R.F.; POTHIER, L.J.; BERKEY, C.S.; DINSE, G.E.; TRAVERS, P.H.; HARLEY, J.P.; FELDMAN, R.G. Occupational lead neurotoxicity: improvement in behavioural effects after reduction of exposure. *Br. J. Ind. Med.*, **42**:507-16, 1985.

6. BERLIN, A. & SCHALLER, K.H. European standardized method of urinary  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase activity in blood. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.*, **12**:389-90, 1974.
7. BORDO, B.; MASSETTO, N.; MUSICCO, M.; FILIPPINI, G.; BOERI, R. Electrophysiologic changes in workers with "low" blood lead levels. *Am. J. Ind. Med.*, **3**:23-32, 1982.
8. BRASIL. Leis, decretos, etc. Portaria nº 24, *Diário Oficial da União*, Brasília, 30/12/94, p. 21, 1994.
9. BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora Nº 7. In: Pimenta, A.L. & Capistrano Fº, org. *Saúde do Trabalhador*. São Paulo, Hucitec, 1988. p. 144-52.
10. BYERS, R.K. Lead poisoning: review of the literature and report on 45 cases. *Pediatrics*, **23**:85-95, 1959.
11. CATTON, M.J. Subclinical neuropathy in lead workers. *BMJ.*, **2**:80-2, 1970.
12. CHEN, Z.; CHAN, Q.; PAR, C.; QU, J. Peripheral nerve conduction velocity in workers occupationally exposed to lead. *Int. Arch. Occup. Environm. Health*, **53**:233-46, 1984.
13. CORDEIRO, R. *Quando começa o saturnismo?* Campinas, 1995. [Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas].
14. CORDEIRO, R. & LIMA FILHO, E.C. A inadequação dos valores dos limites de tolerância biológica para a prevenção da intoxicação profissional pelo chumbo no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, **11**:177-86, 1995.
15. DELLA ROSA, H.V. & COLACIOPPO, S. A contribuição da higiene e da toxicologia ocupacional. In: Buschinelli, J.T.P.; Rocha, L.E.; Rigotto, R.M., org. *Isto é trabalho de gente? Vida, doença e trabalho no Brasil*. Petrópolis, Vozes, 1994. p. 232-270.
16. DELLA ROSA, H.V. & SIQUEIRA, M.E.P.B. Indicadores biológicos de exposição e a medicina do trabalho. In: Fischer, F.M.; Gomes, J.R.; Colacioppo, S., org. *Tópicos de saúde do trabalhador*. São Paulo, Hucitec, 1989. p. 133-56.
17. DELLA ROSA, H.V.; SIQUEIRA, M.E.P.B.; FERNÍCOLA, N.A.G.G. *Monitorização biológica da exposição humana a agentes químicos*. São Paulo, Fundacentro, 1991.
18. DINGWALL-FORDYCE, I. & LANE, R.E. A follow-up study of lead workers. *Br. J. Ind. Med.*, **20**:313-5, 1963.
19. EISLER, R. & BARTOUSEK, V. Neurological and psychiatric disorders in lead poisoning. *Procvni Lekarstvi*, **12**:363-7, 1960.
20. FENGSHENG, H.; SOULIN, Z.; GANG, L.; SHUCONG, Z.; JINXIANG, H.; YIQIN, W. An electroneurograph assessment of subclinical lead neurotoxicity. *Int. Arch. Occup. Environm. Hlth.*, **61**:141-6, 1988.
21. JEYARATNAM, J.; DEVATHASAN, G.; ONG, C.N.; PHOON, W.O.; WONG, P.K. Neurophysiological studies on workers exposed to lead. *Br. J. Ind. Med.*, **42**:173-7, 1985.
22. KIMURA, J. Nerve conduction studies and electromiography. In: Dych, P.J. & Thomas, P.K. ed. *Peripheral neuropathy*. 3rd. ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 1993. p. 598-644.
23. NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCES. *Airbone lead in perspective*. Washington, Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants, 1972.
24. NIELSEN, C.J. Absence of peripheral neuropathy in long term lead exposed subjects. *Acta Neurol. Scand.*, **65**:241-7, 1982.
25. PARKINSON, D.K.; RYAN, C.; BROMET, E.J.; CONNELL, M.M. A psychiatric epidemiology study of occupational lead exposure. *Am. J. Epidemiol.*, **123**:261-9, 1986.
26. PATRIARCA, M. & MORISI, G. Determinazione di piombo e di cadmio nel sangue mediante ETA-AAS Zeeman. In: Minoia, C. & Caroli, S. ed. *Applicazioni dell'ETA-AAS Zeeman nel laboratorio chimico e tossicologico*. Padova, Ed. Hiberiacortina, 1990. p. 401-29.
27. PAULEV, P.E. Motor nerve conduction velocity in asymptomatic lead workers. *Int. Arch. Occup. Environm. Health*, **43**:37-43, 1983.
28. RYAN, C.M. Low level lead exposure and neuropsychological functioning in blue collar males. *Int. J. Neuroscience*, **36**:29-39, 1987.
29. SEPPÄLÄINEN, A.M. & HERNBERG, S. Sensitive technique for detecting subclinical lead neuropathy. *Br. J. Ind. Med.*, **29**:443-9, 1972.
30. SEPPÄLÄINEN, A.M. & HERNBERG, S. Subclinical lead neuropath. *Am. J. Ind. Med.*, **1**:413-20, 1980.
31. SEPPÄLÄINEN, A.M.; HERNBERG, S.; KOCK, B. Relations between blood lead levels and nerve conduction velocities. *Neurotoxicology*, **1**:313-32, 1979.
32. SEPPÄLÄINEN, A.M.; TOLA, S.; HERNBERG, S.; KOCK, B. Subclinical neuropath at "safe" levels of lead exposure. *Arch. Environ. Health*, **30**:180-3, 1975.
33. SESSA, T. Velocità di conduzione nervosa nei saturnini. *Folia Med.*, **48**:658-68, 1965.
34. SILBERGELD, E.K. Evidence for a functional effect of lead on neuromuscular function. *Nature*, **247**:49-50, 1974.
35. SIQUEIRA, M.E.P.B. Fundamentos da monitorização biológica. In: Couto, H.A. ed. *Monitorização biológica de trabalhadores expostos a substâncias químicas: guia prático*. Belo Horizonte, Ergo, 1992. p. 51-77.
36. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 7th ed. Ames, Iowa State University Press, 1980.
37. SPÍNOLA, A.G.; FERNÍCOLA, N.A.G.G.; MENDES, R. Intoxicação profissional por chumbo. In: Mendes, R. ed. *Medicina do trabalho: doenças profissionais*. São Paulo, Sarvier, 1980. p. 437-60.
38. SPIVEY, G.H. Subclinical effects of chronic increased lead absorption: a prospective study. III. Neurologic findings at follow-up examination. *J. Occup. Med.*, **22**:607-12, 1984.
39. TOMOKUNI, K. & OGATA, M. Simple method for determination of urinary  $\delta$ -aminolevulinic acid as an index of lead exposure. *Clin. Chem.*, **18**:1531-6, 1972.
40. TRIEBIG, G. Investigation on neurotoxicity of chemical substances at workplaces. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.*, **53**:189-204, 1984.
41. VITALE, L.F. Blood lead: an inadequate measure of occupational exposure. *J. Occup. Med.*, **17**:155-9, 1975.
42. WALDRON, H.A. & STOFEN, D. *Sub-clinical lead poisoning*. New York, Academic Press, 1974.
43. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Lead*. Geneva, Office of Occupational Health, 1975. (WHO - Environmental Health Criteria - 3).