

NÍVEIS DE CHUMBO E ATIVIDADE DA DESIDRATASE DO ÁCIDO δ - AMINOLEVULÍNICO (δ - ALAD) NO SANGUE DA POPULAÇÃO DA GRANDE SÃO PAULO, BRASIL *

Nilda A.G.G. de Fernícola **
Fausto A. de Azevedo **

FERNÍCOLA, N. A. G. G. de & AZEVEDO, F. A. de Níveis de chumbo e atividade da desidratase do ácido δ -aminolevulínico (δ -ALAD) no sangue da população da Grande São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 15:272-82, 1981.

RESUMO: Foram feitas determinações de chumbo e atividade da δ -ALAD no sangue de 3 amostras populacionais da Grande São Paulo (Brasil). Um grupo (A) de área de escassa exposição ambiental ao chumbo, um grupo (B) exposto principalmente a fontes móveis de emissão de chumbo e um grupo (C) vizinho a uma indústria de recuperação de chumbo. Cada grupo foi subdividido conforme sexo e hábito de fumar. A plumbemia do grupo C (20,5 $\mu\text{g}/100$ ml) foi significativamente maior que as dos grupos A (11,2 $\mu\text{g}/100$ ml) e B (12,4 $\mu\text{g}/100$ ml). As correlações entre plumbemia e atividade da δ -ALAD, plumbemia e sexo e plumbemia e hábito de fumar foram investigadas.

UNITERMOS: Chumbo, contaminação. Ácido aminolevulínico, desidratase.

INTRODUÇÃO

Os alimentos, a água e outras bebidas são as mais importantes fontes para o ingresso do chumbo no organismo humano e, provavelmente, o ar inalado é uma fonte secundária ¹⁸.

Segundo Cholak e Bamback ⁴, a ingestão diária de chumbo por pessoa através dos alimentos é de 300 μg , valor que concorda com o achado por Kehoe ¹¹.

Para um indivíduo com as seguintes características: 70 kg, 20-30 anos, 1,75 m e uma superfície corporal de 1,8 m², com suas ocupações distribuídas em 8 horas de atividade não ocupacional, 8 de atividade

laboral e 8 de repouso, a penetração diária de chumbo no organismo por inalação tenderá a ser ¹⁸:

atmosfera de exposição	penetração por inalação (μg de Pb)
rural (0,1 μg Pb/m ³)	2,28
suburbana (0,5 μg Pb/m ³)	11,4
urbana (2,5 μg Pb/m ³)	57,0

Do total do chumbo inalado, 30 a 50% são absorvidos e permanecem no organismo. O chumbo inalado pode seguir dois diferentes caminhos: as pequenas partículas

* Realizado na Diretoria de Engenharia do Ar e Ação Metropolitana da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

** Da Diretoria de Tecnologia e Desenvolvimento da CETESB — Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 — 05459 — São Paulo, SP — Brasil.

são absorvidas por fagocitose a partir do epitélio alveolar, enquanto as partículas maiores são depositadas na mucosa dos brônquios, removidas pela atividade mucociliar até a naso-faringe, deglutidas e conduzidas ao trato gastrointestinal. Perto de 10% do chumbo presente no intestino delgado são absorvidos, transportados ao fígado e posteriormente aos rins. Do chumbo total absorvido, 92 a 95% são acumulados nos ossos²².

Sob o ponto de vista de exposição ambiental ao chumbo, os efeitos bioquímicos mais importantes observados são⁵:

- aumento da eliminação urinária do ácido δ -aminolevulínico;
- aumento da protoporfirina IX livre nos eritrócitos;
- diminuição da atividade enzimática da desidratase do ácido δ -aminolevulínico (δ -ALAD; E.C. 4.2.1.24) nos eritrócitos.

A δ -ALAD é a enzima mais sensível à presença de chumbo no organismo. Ainda que o significado biológico de uma diminuição da sua atividade nos eritrócitos seja incerto, porque tal decréscimo não está acompanhado de efeitos detectáveis na função biológica do homem, foi mostrado que tal inibição é paralela àquela registrada em outros tecidos, por exemplo o hepático²⁸.

Por outro lado, convém ressaltar que o alumínio (em pequenas concentrações) e o zinco ativam, *in vitro* e *in vivo*, a δ -ALAD de eritrócitos de ratos, conforme mostraram Meredith e col.¹⁴, enquanto Haeger-Aronsen e col.⁷ observaram o mesmo para coelhos em relação ao zinco.

O valor máximo de atividade enzimática da δ -ALAD, geralmente encontrado na população sem exposição ocupacional é de 50 U/L. A níveis de 20 μ g Pb/100 ml de sangue acontece, em 10% dos adultos, uma inibição de 40% desta atividade⁵.

Tola²⁹ concluiu que a principal aplicação da determinação da δ -ALAD é em estudos relacionados com a exposição ambiental, o que concorda com os resultados de Hernberg e Nikkanen⁹.

Diferentes autores têm também investigado possíveis relações entre sexo, hábito de fumar, e idade com os níveis de plumbemia e a atividade enzimática da δ -ALAD. Assim, Nygaard e col.²¹ observaram que os teores sanguíneos de chumbo crescem com o aumento da idade e não registraram diferença entre os sexos. Goldwater e Hoover⁶ também não verificaram diferença de plumbemia entre os sexos. Por outro lado, Nogueira e col.¹⁹ e Roels e col.²⁴ encontraram valores sanguíneos de chumbo significativamente mais elevados em homens do que em mulheres.

Tola e Nordman³¹, pesquisando os níveis de plumbemia para a população geral, não encontraram diferença entre fumantes e não-fumantes. Porém, para indivíduos ocupacionalmente expostos os autores acharam valores maiores de chumbo sanguíneo nos fumantes e atribuíram este fato a contaminação dos dedos e cigarros por chumbo no local de trabalho e não à pequena quantidade de chumbo presente no cigarro.

Tola e col.³⁰ observaram que para os mesmos níveis de plumbemia, a idade e o hábito de fumar não interferem com a atividade da δ -ALAD.

Por outro lado, Secchi e Alessio²⁷, estudando residentes de uma cidade industrial, concluíram que a atividade da δ -ALAD diminui com o aumento da idade. Para mulheres este decréscimo é mais lento e menos evidente, tornando-se claro apenas após os 60 anos.

Nordman e col.²⁰ encontraram uma relação estatisticamente significativa entre os valores de plumbemia de moradores nas vizinhanças de uma fundição secundária de chumbo e a distância de suas residências

à fonte de emissão, ficando comprovado o aumento do chumbo sanguíneo, acompanhado de diminuição da atividade da δ -ALAD, com a maior proximidade da fonte.

O chumbo e seus compostos são poluentes ambientais que devem ser considerados prioritariamente. O metal foi detectado em tecidos humanos^{10,23,26} e animais^{17,25}.

Neste trabalho propusemo-nos a estudar os níveis sanguíneos de chumbo e a atividade enzimática da δ -ALAD eritrocitária em 3 populações com características presumivelmente diferentes de exposição ambiental ao chumbo. Um dos grupos populacionais pesquisados foi formado por moradores nas proximidades de uma indústria transformadora de chumbo e por isso se avaliou, simultaneamente, qual a influência das emissões atmosféricas da referida indústria sobre a plumbemia da população vizinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram constituídos 3 grupos populacionais, formados por voluntários, sem relato de exposição ocupacional ao chumbo, adultos e sadios.

Grupo A — população urbana constituída por residentes no município de Embu-Guaçu, SP, considerado neste trabalho como área de escassa exposição a fontes fixas e móveis de emissão de chumbo.

Grupo B — população formada por moradores na cidade de São Paulo, SP, expostos fundamentalmente a fontes móveis de emissão de chumbo.

Grupo C — população urbana residente nas imediações de uma indústria recuperadora de chumbo e outros metais a partir de sucata. A totalidade das moradias estava localizada entre 100 e 500 m de distância aproximada da fonte fixa de emissão de chumbo.

Os 3 grupos foram subdivididos conforme o sexo e o hábito de fumar, a fim de se verificar a existência de relação ou não destes parâmetros com a plumbemia e a atividade enzimática da δ -ALAD.

As amostras de sangue foram obtidas de indivíduos em jejum, por punção venosa, com seringa e agulha descartáveis e transferidas para tubos de vidro borossilicato heparinizados, previamente lavados com ácido nítrico e água destilada, conforme preconizam Chisolm Jr. e col.³. As amostras colhidas foram acondicionadas em banho de gelo e enviadas ao laboratório. O período de tempo entre a colheita e a análise nunca foi superior a 3 horas, pois, de acordo com Bodlaender² não ocorre perda da atividade da δ -ALAD até 5 horas após a colheita, sendo o sangue conservado a 4°C. Nas 24 horas anteriores à obtenção da amostra nenhum voluntário ingeriu bebida alcoólica porque, segundo Moore¹⁶, o álcool altera a atividade da δ -ALAD e apenas 10 horas após sua ingestão ela volta aos níveis normais.

O chumbo no sangue foi determinado pelo método da absorção atômica, conforme a técnica de Mitchell e col.¹⁵, tendo sido utilizado um aparelho Perkin Elmer 360.

A atividade da δ -ALAD foi determinada segundo a técnica de Berlin e Schaller¹.

O tratamento estatístico dos resultados foi assim conduzido:

- a fim de comparar entre si os valores médios da plumbemia dos grupos e sub-grupos, utilizou-se o teste da análise de variância pela técnica dos contrastes ortogonais (precedido do teste de Bartlett para verificação da condição de homogeneidade das variâncias);
- a fim de investigar a existência ou não de relação entre plumbemia e atividade da δ -ALAD, plumbemia e sexo, plumbemia e hábito de fumar, foram empregados

os testes do Qui quadrado, Qui quadrado com correção de continuidade e de Fisher, conforme o mais conveniente em cada caso.

RESULTADOS

Os valores médios da plumbemia (μg Pb/100 ml sangue) e os correspondentes valores da atividade da δ -ALAD (Unidades/L: micromoles de ácido δ -aminolevulínico convertidos, por minuto, por litro de eritrócitos) são apresentados para os grupos e sub-grupos nas Tabelas 1, 2 e 3.

Na Tabela 4 são colocados os padrões para plumbemia e atividade da δ -ALAD eritrocitária sugeridos pela "Comissão da Comunidade Européia"⁵. Na Tabela 5, nossos valores são mostrados conforme tal modelo.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Apesar do chumbo poder ingressar no organismo humano através dos alimentos e da água por ele contaminados e de a via respiratória parecer de importância secundária com relação à via digestiva na exposição ambiental, foi nossa preocupação neste trabalho saber se moradores de locais com diferentes níveis de poluição atmosférica estariam sendo distintamente atingidos pelo chumbo. Tendo por base que todos os voluntários que forneceram amostras de sangue eram sadios e tinham hábito alimentar comum (conforme questionário aplicado) concluiu-se que eventuais variações de plumbemia entre os grupos poderiam ser atribuídas às diferentes concentrações atmosféricas de chumbo.

A respeito de chumbo no sangue e sua concentração no ar, ocorre um acréscimo de 1 a 2 μg Pb/100 ml de sangue para cada μg de chumbo por m^3 de ar, quando as concentrações atmosféricas médias são

menores que 5 μg Pb/ m^3 e o tempo de exposição é de vários meses⁵.

A aplicação dos testes estatísticos revelou que:

- As plumbemias médias dos grupos A e B não diferiram entre si e foram significativamente menores do que a do grupo C (ao nível de 0,1%).
- As plumbemias médias dos sub-grupos homens e mulheres dos grupos A e B não diferiram entre si e foram significativamente menores que as dos sub-grupos correspondentes do grupo C (ao nível de 0,1%).
- As plumbemias médias dos sub-grupos fumantes dos grupos A e B não diferiram entre si e foram significativamente menores que a do sub-grupo correspondente do grupo C (ao nível de 0,1%).
- As plumbemias médias dos sub-grupos não-fumantes dos 3 grupos diferiram entre si: $A < B < C$ (ao nível de 0,1%).
- Não foi verificada relação entre os valores de chumbo no sangue e a atividade eritrocitária da δ -ALAD, o que concorda com os achados de Wada e col.³².
- Para os 3 grupos os valores médios de plumbemia dos sub-grupos formados por homens foram significativamente maiores que os dos sub-grupos de mulheres (χ^2 grupo A = 22,30 > χ^2 crítico, 2,5% = 5,99; χ^2 grupo B = 24,48 > χ^2 crítico, 2,5% = 5,99; χ^2 grupo C = 3,98 > χ^2 crítico, 1,5% = 3,84). Tal observação é concordante com os achados de Nogueira e col.¹⁹ e de Roels e col.²⁴, enquanto é contrária às constatações de Goldwater e Hoover⁶ e Nygaard e col.²¹.
- Foi observada para a população do município de Embu-Guaçu (grupo A) uma relação entre os valores de plumbemia e hábito de fumar, registrando-se

T A B E L A 1

Plumbemia ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$) e atividade eritrocitária da δ -ALAD (U/L) para o grupo A (residentes no município de Embu-Guaçu)

Sub-grupos	Idade (anos)		Chumbo			δ -ALAD	
	Média	Faixa etária	Média	Desvio-padrão	Varição	Média	Desvio-padrão
Homem (n = 29)	31	17-49	14,9	5,1	6,9-27,2	45,5	11,3
Mulher (n = 27)	20	15-32	7,2	2,6	3,2-11,7	48,8	7,7
Fumante (n = 25)	29	15-49	14,4	5,7	4,8-27,2	42,9	10,5
Não-fumante (n = 31)	23	15-42	8,5	3,9	3,2-18,0	50,5	7,9
Total (n = 56)	26	15-49	11,2	5,6	3,2-27,2	47,1	9,8

T A B E L A 2
 Plumbemia ($\mu\text{g}/100$ ml) e atividade eritrocitária da δ -ALAD (U/L) para o grupo B
 (residentes no município de São Paulo)

Sub-grupos	Idade (anos)		Chumbo				δ -ALAD	
	Média	Faixa etária	Média	Desvio-padrão	Varição	Média	Desvio-padrão	Varição
Homem (n = 63)	28	16-38	14,2	4,3	2,8-25,7	36,8	7,0	19,1-56,4
Mulher (n = 37)	25	19-46	9,3	3,9	2,8-17,1	41,1	6,4	28,9-58,7
Fumante (n = 47)	28	16-46	12,7	4,6	2,8-25,7	37,9	6,3	19,1-51,7
Não-fumante (n = 53)	26	16-37	12,1	4,9	2,8-20,7	38,8	7,7	25,0-58,7
Total (n = 100)	27	16-46	12,4	4,8	2,8-25,7	38,4	7,1	19,1-58,7

T A B E L A 3

Plumbemia ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$) e atividade eritrocitária da δ -ALAD (U/L) para o grupo C (moradores nas vizinhanças de uma indústria que recupera chumbo)

Sub-grupos	Idade (anos)		Chumbo			δ -ALAD		
	Média	Faixa etária	Média	Desvio-padrão	Varição	Média	Desvio-padrão	Varição
Homem (n = 12)	37	15-69	23,9	3,3	17,3-30,0	26,5	9,0	14,5-45,0
Mulher (n = 42)	39	15-69	19,5	5,9	9,2-33,1	31,6	12,7	15,3-60,3
Fumante (n = 13)	39	17-69	22,6	6,2	10,3-30,5	30,4	10,9	17,4-55,1
Não-fumante (n = 41)	38	15-69	19,9	5,5	9,2-33,1	30,5	12,5	14,5-60,3
Total (n = 54)	39	15-69	20,5	5,7	9,2-33,1	30,5	12,1	14,5-60,3

T A B E L A 4

Padrões biológicos para plumbemia ($\mu\text{g}/100$ ml e atividade eritrocitária da δ -ALAD (U/L) propostos pela Comissão da Comunidade Européia.

% do grupo populacional estudado	Plumbemia	Atividade da δ -ALAD
50	< 20	> 35
90	< 30	> 25
100	< 35	> 20

no sub-grupo de fumantes níveis significativamente superiores de chumbo no sangue ($\chi^2 = 14,60 > \chi^2$ crítico, 2,5, % = 5,99) do que no sub-grupo de não-fumantes. O mesmo não foi constatado para os grupos B e C, o que concorda com o evidenciado por Tola e Nordman³¹.

Os valores médios de plumbemia encontrados nos 3 grupos: A = 11,2; B = 12,4 e C = 20,5 $\mu\text{g}/100$ ml estão de acordo com os achados por outros pesquisadores^{6,8,12,13,19,24,33}. Os níveis individuais de chumbo no sangue registrados nas amostras dos 3 grupos em nenhum caso excederam o valor de 40 $\mu\text{g}/100$ ml tido como normal por Goldwater e Hoover⁶ e o de 35 $\mu\text{g}/100$ ml sugerido pela "Comissão da Comunidade Européia"⁵.

Quando analisamos os resultados da Tabela 5, concluímos que as plumbemias correspondentes à percentagem 50 para os sub-grupos homens e fumantes do grupo C, ultrapassaram o padrão proposto pela "Comissão da Comunidade Européia"⁵ (Tabela 4). Com relação à atividade enzi-

mática da δ -ALAD, no grupo B os sub-grupos homens, fumantes e o total deixaram de atender ao valor de 100%. No grupo C, o sub-grupo homens também não cumpre os padrões propostos em todas as faixas percentuais.

Diante de todas as evidências apresentadas, cremos estar bem fundamentada a diferença entre os valores sanguíneos de chumbo do grupo C — formado por moradores nas vizinhanças de uma indústria recuperadora de chumbo — e aqueles dos grupos A e B. Contudo, a plumbemia média do grupo C, apesar de significativamente superior, não pode ser considerada como um valor anormal.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo pela permissão para uso de seu espectrofotômetro de absorção atômica. À técnica-química Cláudia Benincasa pela colaboração na execução das análises.

T A B E L A 5

Valores de plumbemia ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$) e atividade da δ -ALAD (U/L) dos grupos A, B e C nos percentis indicados pela Comissão da Comunidade Europeia.

% do grupo populacional estudado	Plumbemia				Atividade da δ -ALAD					
	Homens	Mulheres	Fumantes	Não fumantes	Total	Homens	Mulheres	Fumantes	Não fumantes	Total
50	< 14,7	< 7,4	< 12,8	< 8,0	< 9,4	> 45,7	> 47,0	> 40,8	> 51,0	> 46,4
90	< 21,0	< 11,6	< 21,0	< 13,8	< 19,8	> 31,9	> 39,5	> 31,9	> 39,5	> 37,2
100	< 27,2	< 11,7	< 27,2	< 18,0	< 27,2	> 20,8	> 37,6	> 20,8	> 37,5	> 20,8
50	< 14,5	< 8,3	< 13,0	< 13,0	< 13,0	> 36,4	> 40,2	> 38,3	> 38,0	> 38,3
90	< 19,0	< 14,5	< 18,6	< 17,6	< 17,6	> 28,6	> 33,3	> 30,8	> 29,7	> 30,5
100	< 25,7	< 17,1	< 25,7	< 21,0	< 25,7	> 19,1	> 28,9	> 19,1	> 25,0	> 19,1
50	< 23,6	< 18,9	< 23,6	< 19,6	< 19,6	> 40,6	> 27,8	> 27,0	> 27,8	> 27,6
90	< 25,5	< 27,5	< 30,0	< 27,0	< 27,0	> 38,8	> 16,6	> 20,3	> 16,1	> 16,6
100	< 30,0	< 33,1	< 30,5	< 33,1	< 33,1	> 37,6	> 15,3	> 17,4	> 14,5	> 14,5

FERNÍCOLA, N.A.G.G. de & AZEVEDO, F.A. de [Levels of lead and δ -aminolevulinic acid dehydratase activity in the blood of Greater S. Paulo (Brazil) population groups]. *Rev. Saúde públ.*, S. 15:272-82, 1981.

ABSTRACT: Blood lead levels (BPb) and δ -aminolevulinic acid dehydratase activity (δ -ALAD) were determined in three population groups in Greater S. Paulo (Brazil). The first group (A) had low environmental exposure to lead from mobile and stationary sources; the second (B) was exposed to mobile lead emitting sources; while the third group (C) was formed by people living near a lead recuperation plant. Each group was divided according to sex and smoking habits. The BPb of group C was significantly higher than that of groups A and B. Correlations between BPb and δ -ALAD, BPb and sex, and BPb and smoking habits were determined.

UNITERMS: Lead, poisoning. Aminolevulinic acid dehydratase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERLIN, A. & SCHALLER, K.H. European standardized method for the determination of δ -aminolevulinic acid dehydratase activity in blood. *Z. klin. Chem.*, 12:389-90, 1974.
2. BODLAENDER, P.; ULMER, D.D. & VALLEE, B.L. Automated determination of δ -aminolevulinic acid dehydratase activity in human erythrocytes. *Anal. Biochem.*, 58:500-10, 1974.
3. CHISOLM Jr., J.J.; MELLITS, E.D. & BARRET, M. Interrelationships among blood lead concentration quantitative daily ALA-U and urinary lead output following calcium EDTA. In: Norberg, J.F. *Effects and doses — response relationships of toxic metals*. Amsterdam. Elsevier Scientific Publ., 1976. p. 416-33.
4. CHOLAK, J. & BAMBACK, K. Measurement of industrial lead exposure by analysis of blood and excreta of workmen. *J. industr. Hyg.*, 27:47-54, 1943.
5. EUROPEAN Community Draft Directives Regarding the Environmental Health Aspects of Lead. *Int. Arch. occup. Environ. Hlth*, 35:189-92, 1975.
6. GOLDWATER, L.T. & HOOVER, A.W. An international study of "normal" levels of lead in blood and urine. *Arch. environm. Hlth*, 15:60-3, 1967.
7. HAEGER-ARONSEN, B.; SCHUTZ, A. & ABDULLA, M. Antagonistic effect in vivo of zinc on inhibition of δ -aminolevulinic acid dehydratase by lead. *Arch. environm. Hlth*, 31:215-20, 1976.
8. HECKER, L.H.; ALLEN, H.E.; DINMAN, B.D. & NEEL, J.U. Heavy metal levels in acculturated and unacculturated populations. *Arch. environm. Hlth*, 29:181-5, 1974.
9. HERNBERG, S. & NIKKANEN, J. Enzyme inhibition by lead under normal urban conditions. *Lancet*, 1:63-4, 1970.
10. HORIUUCHI, K. Lead in the environmental and its effect on man Japan. *Osaka City Med. J.*, 16(1):1-28, 1970.
11. KEHOE, R.A. The Harben Lectures, 1970: the metabolism of lead in man in health and disease. *J. roy. Inst. Publ. Hyg.*, 24:177-203, 1961.
12. KUBOTA, J.; LAZAR, U.A. & LOSEE, F. Cooper, zinc, cadmium and lead in human blood from 19 locations in the United States. *Arch. environm. Hlth*, 16:788-93, 1968.
13. Mc LAUGHLIN, M.; LINCH, A.L. & SNEE, R.D. Longitudinal studies of lead levels in a US population. *Arch. environm. Hlth*, 27:305-11, 1973.
14. MEREDITH, P.A.; MOORE, M.R. & GOLDBERG, A. The effects of aluminium, lead and zinc on δ -aminolevulinic acid dehydratase. *Biochem. Soc. Trans.*, 2:1243-5, 1974.

FERNÍCOLA, N.A.G.G. de & AZEVEDO, F.A. de Níveis de chumbo e atividade da desidratase do ácido δ -aminolevulinico (δ -ALAD) no sangue da população da Grande São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 15:272-82, 1981.

15. MITCHELL, D.G.; RYAN, F.J. & ALDOUS, K.M. The precise determination of lead in whole blood by solvent extraction-atomic spectrometry. *At. Absorpt. Newsl.*, 11(6):120-1, 1972.
16. MOORE, M.R.; BEATTIE, A.D.; THOMPSON, G.G. & GOLDBERG, A. Depression of δ -aminolevulinic acid dehydratase activity by ethanol in man and rat. *Clin. Sci.*, 40:81-8, 1971.
17. MOUW, D.; KALITIS, K.; ANVER, M.; SCHWARTZ, J.; CONSTAN, A.; HARTUNG, R.; COHEN, B. & RINGLER, D. Lead, possible toxicity in urban vs rural rats. *Arch. environm. Hlth*, 30:276-80, 1975.
18. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants. *Lead*. Washington, D.C., 1972. p. 46, 51.
19. NOGUEIRA, D.P.; COLACIOPPO, S.; SOUZA, J.M.P. de; PEZZA, C.B.; SOUZA, A.; LOPES, M. & GOMES, J.R. Taxa de chumbo em amostras de voluntários "não expostos" habitantes da Grande São Paulo — Brasil. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 13:147-50, 1979.
20. NORDMAN, C.H.; HERNBERG, S.; NIKKANEN, J. & RYHANEN, A. Blood lead levels and erythrocyte δ -aminolevulinic living around a secondary lead smelter. *Wk Environm. Hlth*, 10:19-25, 1973.
21. NYGAARD, S.P.; OTTONSEN, J. & HANSEN, J.C. Whole-blood lead concentration in Danes: relation to age and environment. *Dan. med. Bull.*, 24(2):49-51, 1977.
22. PASKINS-HURBURT, A. J.; TANAKA, Y.; SKORYNA, S.C.; MOORE Jr., W. & STARA, J.F. The binding of lead by a pectic polyelectrolyte. *Environm. Res.*, 14:128-40, 1977.
23. POKLIS, A. & FREIMUTH, H.C. Lead distribution in soft tissues of Baltimore residents, 1973. *Bull. environm. Contam. Toxicol.*, 15:311-5, 1976.
24. ROELS, H.A.; LAWERY, R.R.; BUCHET, J.P. & VRELUST, M. Response of free erythrocyte porphyrin and urinary δ -aminolevulinic acid in men and women moderately exposed to lead. *Int. Arch. Arbeismed.*, 34:97-108, 1975.
25. SCHMITT, N.; BROWN, G.; DEVLIN, E.L.; LARSEN, A.A.; McCausland, E.D. & SAVILLE, J.M. Lead poisoning in horses. *Arch. environm. Hlth*, 23:185-95, 1971.
26. SCHROEDER, H.A. & TIPTON, I.H. The human body burden of lead. *Arch. environm. Hlth*, 17:965-78, 1968.
27. SECCHI, G.C. & ALESSIO, L. Variazioni dell'attività ALA deidratase eritrocitaria in rapporto dell'età ed al sesso in soggetti non professionalmente esposti a piombo. In: International Symposium of Recent Advances in the Assessment of the Health Effects of Environmental Pollution, Paris, 1974. *Proceedings*. Luxemburg, Commission of the European Communities, 1975. v. 2, p. 1123-30.
28. SECCHI, G.C.; ERBA, L. & CAMBIAGHI, G. Delta — aminolevulinic and dehydratase activity of erythrocytes and liver tissue in man. *Arch. environm. Hlth*, 28:130-2, 1974.
29. TOLA, S. The effect of blood lead concentration, age, sex and time of exposure upon erythrocyte δ -aminolevulinic acid dehydratase activity. *Wk Environm. Hlth*, 10:26-35, 1973.
30. TOLA, S.; NIKKANEN, J. & HERNBERG, S. Occupational lead exposure in Finland II service stations and garages. *Wk Environm. Hlth*, 9:102-5, 1972.
31. TOLA, S. & NORDMAN, C.H. Smoking and blood lead concentrations in lead exposed workers and an unexposed population. *Environm. Res.*, 13:250-5, 1977.
32. WADA, O.; TAKEO, K.; YANO, Y.; ONO, T.; NAGAHASHI, M. & SEKI, H. δ -aminolevulinic acid dehydratase in low level lead exposure. *Arch. environm. Hlth*, 31:211-4, 1976.
33. ZURLO, N.; GRIFFINI, A.M. & VIGLIANI, E.C. The content of lead in blood and urine of adults, living in Milan, not occupationally exposed to lead. *Amer. industr. Hyg. Ass. J.*, 31(1):92-5, 1970.

Recebido para publicação em 26/01/1981
Aprovado para publicação em 04/02/1981