

CHUMBO E CÁDMIO NO SANGUE E ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS, BAHIA, BRASIL

Fernando Martins Carvalho *
Annibal Muniz Silvano Neto *
Maria Engrácia Chaves Lima **
Tânia Mascarenhas Tavares ***
Maria da Graça Andrade Azaro ****
Gilca Maria Cardoso Quaglia *****

CARVALHO, F.M. et al. Chumbo e cádmio no sangue e estado nutricional de crianças, Bahia, Brasil.
Rev. Saúde públ., S. Paulo, 21: 44-50, 1987.

RESUMO: Num estudo de prevalência foi estudada a relação entre níveis de chumbo (PbS) e de cádmio no sangue (CdS) e o estado nutricional de crianças de 1 a 9 anos de idade, residentes a menos de 900 metros de uma fundição primária de chumbo, situada em Santo Amaro da Purificação, Bahia, Brasil. Em 555 crianças o nível médio ($\bar{X} \pm s$) de PbS foi de $2,84 \pm 1,20 \mu\text{mol/l}$. Em 396 crianças, o nível médio de CdS (geométrico) foi de $0,087 \mu\text{mol/l}$, com desvio padrão de 2,5. Os níveis de PbS e de CdS estavam extremamente elevados, mas não variaram significativamente entre subgrupos de crianças de diferentes estados nutricionais. Análises de regressão múltipla não mostraram associações estatisticamente significantes entre os níveis de PbS ou logCdS 1 malnutrição, medida através da relação peso/altura, mantidos constantes os efeitos de idade, sexo, grupo racial, hábito de geofagia, distância do domicílio da criança à fundição, ser filho de trabalhador da fundição, renda familiar, balanço de ferro do organismo e infestação ancilostomótica severa. A distância do domicílio da criança à fundição foi a variável que se mostrou mais fortemente associada à variação dos níveis de PbS ou de logCdS. O peso ou a altura de crianças com baixos níveis de chumbo no sangue (iguais ou inferiores a $1,68 \mu\text{mol/l}$) não estavam significativamente associados com os níveis de PbS, mas mostraram elevada correlação com a idade dos indivíduos.

UNITERMOS: Chumbo, sangue. Cádmio, sangue. Estado nutricional. Criança, nutrição. Exposição ambiental.

INTRODUÇÃO

Vários estudos experimentais investigaram o papel do estado nutricional na absorção e toxidez do chumbo^{2,10,18}, partindo de clássicas observações clínicas que revelaram que crianças intoxicadas pelo chumbo eram geralmente desnutridas⁸. Existem poucos estudos relacionando a absorção de cádmio e desnutrição em crianças^{3,10}.

Estudos em populações infantis tem sugerido haver uma relação entre níveis elevados de chumbo no sangue e deficiência pondero-estatural^{15,23}. Estudo²² realizado numa amostra de 2.695 crianças americanas de 6 meses a 7 anos de idade relatou fortes associações estatísticas entre níveis baixos de chumbo no sangue (na faixa de $0,24$ a $1,68 \mu\text{mol/l}$, considerada baixa) e altura, peso e circunferência torácica. As correlações encontradas foram tão altas que os autores recomendaram investigações mais aprofundadas sobre os múltiplos mecanismos biológicos

através dos quais níveis tão baixos de chumbo poderiam prejudicar o crescimento infantil. Schwartz e col.²¹ ponderaram que os níveis de chumbo no sangue poderiam estar associados a deficiências nutricionais que, como já se sabe, podem aumentar a absorção deste metal. Entretanto, os níveis de chumbo no sangue poderiam também representar um marcador composto para variáveis éticas, genéticas, ambientais e socioculturais, outras que as tradicionais raça, sexo, nutrição, etc, que afetam o crescimento humano.

Desde 1960, uma fundição primária de chumbo, situada em Santo Amaro da Purificação, BA, poluiu intensamente a bacia do Rio Subaé^{5,7}. O minério de chumbo processado pela indústria continha elevado teor de cádmio, como impureza. Até 1980, pelo menos 400 toneladas de cádmio foram descartadas para o meio ambiente⁶.

* Departamento de Medicina Preventiva da Universidade Federal da Bahia - Rua Padre Feijó, 29 - 4º andar - Canela - 40000 - Salvador, BA - Brasil.

** Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho - Rua Capote Valente, 710 - 05409 - São Paulo, SP - Brasil.

*** Departamento de Química Analítica da Universidade Federal da Bahia - 40000 - Salvador, BA - Brasil.

**** Estudante de Medicina da Universidade Federal da Bahia - 40000 - Salvador, BA - Brasil.

***** Nutricionista da Universidade Federal, da Bahia - 40.000 - Salvador, BA - Brasil.

O presente estudo objetivou estudar a relação entre os níveis de chumbo e de cádmio no sangue e o estado nutricional de crianças residentes na periferia de uma fundição de chumbo, situada em Santo Amaro da Purificação, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi delimitada geograficamente por um círculo de 900 metros de raio, tomando a chaminé da fundição como ponto central. Um censo realizado no terceiro trimestre de 1980 identificou 648 crianças de um a nove anos de idade residindo na área. O nível de chumbo no sangue (PbS) foi determinado em 555 crianças e o nível de cádmio no sangue (CdS), em 396 crianças. Parte dos resultados apresentados neste estudo refere-se àquelas crianças nas quais todas as seguintes variáveis foram determinadas: PbS, CdS, avaliação do estado nutricional, ferro sérico (FeS) e a capacidade total de ligação do ferro (CTLFe) para cálculo de percentual de saturação da transferrina, contagem de ovos de ancilostomídeos nas fezes, idade, sexo, grupo racial, hábito de geofagia, renda familiar e emprego paterno na fundição. Por isto, restaram 463 indivíduos para as análises referentes aos níveis de chumbo no sangue e 331, no caso do cádmio. Informações sobre cada criança e sobre sua família foram coletadas em questionários apropriados.

O sangue foi retirado por punção venosa e coletado em seringas de polietileno, descontaminadas de chumbo, cádmio e ferro. Em parte de cada amostra, o soro era separado para determinações de FeS e CTLFe. A outra parte da amostra era coletada em seringas com EDTA, para determinação de PbS e CdS, através de técnicas de absorção atômica sem chama, conforme descrito com detalhes em outras publicações^{4,6}.

O estado nutricional foi avaliado pelo índice peso/altura ("wasting index"). Este indicador é baseado no peso e comprimento (altura) apenas, não sendo necessário, portanto, o conhecimento da idade da criança para sua determinação. Além disso, este indicador é aproximadamente independente de idade^{24,25}. Os padrões de peso/altura do "National Institute for Health Statistics"¹² foram utilizados como referência. O indicador peso/altura tem distribuição bastante assimétrica nos centis mais altos da população padrão. Isto causa diferentes desvios se valores acima ou abaixo da mediana são calculados. Desvios padrão mais baixos foram calculados ajustando-se centis empíricos de cada meia distribuição com meia curva gaussiana²⁵. O indicador peso/altura foi expresso em escores de desvios padrão (escores D.P.), conforme recomendado por Waterlow e col.²⁵, segundo as seguintes fórmulas:

$$\text{Peso/Altura (Escores D.P.)} = \frac{\text{Peso por altura mediano} - \text{Peso da criança}}{1,00 \text{ D.P. (inferior)}}$$

se o peso da criança fosse inferior à mediana do valor do peso para altura do padrão, ou:

$$\text{Peso/Altura (Escores D.P.)} = \frac{\text{Peso da criança} - \text{Peso por altura mediano}}{1,00 \text{ D.P. (superior)}}$$

se o peso da criança fosse superior à mediana do valor do peso para altura do padrão

As crianças foram pesadas descalças, vestindo menos roupas quanto possível, numa balança Filizola. As determinações foram feitas até o nível de 100 gramas. O comprimento de crianças até 3 anos de idade foi medido em decúbito dorsal, com um antropômetro. Crianças mais velhas tiveram a altura determinada no plano de Frankfort, com o estadiômetro da balança, com sensibilidade de até 0,5 cm.

FeS e CTLFe foram determinados fotolorimetricamente, pelo método de Harleco²². O percentual de saturação da transferrina foi calculado dividindo-se FeS por CTLFe e multiplicando-se por 100. A contagem de ovos de ancilostomídeos nas fezes foi realizada pelo método de Kato, modificado por Katz e col.¹³. As crianças foram classificadas em três grandes grupos raciais: claro, médio e escuro¹⁷. As concentrações de PbS e CdS foram expressas em

unidades do sistema internacional (SI). Os fatores para converter $\mu\text{mol/l}$ em $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ são $\times 20,83$ e $\times 112,36$ para PbS e CdS, respectivamente. A distribuição de CdS era muito assimétrica, razão porque os valores de CdS foram expressos em termos de média geométrica e respectivo desvio padrão.

A análise estatística dos dados foi realizada com o conjunto de programas do SPSS¹⁶. Equações de regressão múltipla "stepwise" foram calculadas para grupos de diferentes tamanhos, tendo os níveis de PbS, $\log\text{CdS}$, peso ou altura como variáveis dependentes (Tabela 4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de chumbo no sangue da população infantil de Santo Amaro da Purificação estavam bastante elevados (Tabela 1). A média aritmética e

desvio padrão de PbS foi $2,84 \pm 1,20 \mu\text{mol}/1$, variando de $0,77$ a $7,50 \mu\text{mol}/1$. Mais de três quartos da amostra apresentou PbS superior a $1,68 \mu\text{mol}/1$ (ou $35 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$), considerado como valor de referência pela Comunidade Européia⁹. Mais de 16% das crianças apresentaram PbS superior a $3,36 \mu\text{mol}/1$ (ou $70 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$) que denota risco eminente à saúde, podendo demandar tratamento quelante imediato⁸. Em populações de crianças belgas de

ças belgas de 11 anos de idade, o valor médio ($\bar{X} \pm s$) foi de $0,010 \pm 0,06 \mu\text{mol}/1$, variando de $0,002$ a $0,037 \mu\text{mol}/1$ ²⁰.

TABELA 1

Níveis de chumbo no sangue (PbS, em $\mu\text{mol}/1$) de crianças de Santo Amaro da Purificação, Bahia.

PbS	N	%
0,77 - 0,99	8	1,4
1,00 - 1,99	133	24,0
2,00 - 2,99	196	35,3
3,00 - 3,99	129	23,3
4,00 - 4,99	60	10,8
5,00 - 5,99	19	3,4
6,00 - 6,99	6	1,1
7,00 - 7,50	4	0,7
Total	555	100,0

belgas de 10 a 13 anos de idade, residindo a menos de um quilômetro de uma fundição de chumbo, a média ($\bar{X} \pm s$) de PbS foi de $1,45 \pm 0,04 \mu\text{mol}/1$ e de $0,45 \pm 0,01 \mu\text{mol}/1$, para crianças de uma área rural, não poluída¹⁹. Em crianças holandesas de 2-3 anos de idade, residindo a menos de um quilômetro de uma fundição de chumbo a média de PbS foi de $0,95 \mu\text{mol}/1$ ²⁷. Landrigan e col.¹⁴ documentaram o mais sério episódio de contaminação ambiental por chumbo, decorrente da atividade de uma fundição em Idaho, Estados Unidos. Das 172 crianças de 1 a 9 anos, residentes a menos de 1,6 km da fundição de chumbo, 170 apresentavam nível de PbS maior que $3,84 \mu\text{mol}/1$, sendo o mais elevado igual a $7,92 \mu\text{mol}/1$.

Os níveis de cádmio no sangue estavam extremamente elevados (Tabela 2). A média geométrica de CdS foi $0,087 \mu\text{mol}/1$ (desvio padrão de 2,5), variando de $0,004$ a $0,511 \mu\text{mol}/1$. Noventa e seis por cento destas 396 crianças apresentaram CdS igual ou superior a $0,0089 \mu\text{mol}/1$ (ou $1,0 \mu\text{g}/1$), que é tomado comumente como valor de referência¹¹. Em três populações de crianças americanas de 1 a 5 anos de idade, residindo próximo a fundições primárias de chumbo, a média ($\bar{X} \pm s$) de CdS foi $0,019 \pm 0,02 \mu\text{mol}/1$ ¹. Estudando 17 crianças de 2-3 anos, residindo a menos de um quilômetro de uma fundição de chumbo, Zielhuis e col.²⁷ encontraram um valor médio de CdS de $0,007 \mu\text{mol}/1$, variando de $0,004$ a $0,013 \mu\text{mol}/1$. Entre 40 crian-

TABELA 2

Níveis de cádmio no sangue (CdS, em $\mu\text{mol}/1$) de crianças de Santo Amaro da Purificação, Bahia.

CdS	N	%
0,004 - 0,049	73	18,4
0,050 - 0,099	129	32,7
0,100 - 0,149	74	18,7
0,150 - 0,199	50	12,6
0,200 - 0,249	37	9,3
0,250 - 0,511	33	8,3
Total	396	100,0

Os níveis de PbS para 463 indivíduos desta população, para 69 indivíduos com PbS igual ou inferior a $1,68 \mu\text{mol}/1$ e os níveis de CdS para 331 indivíduos foram analisados segundo quatro diferentes níveis nutricionais (Tabela 3). Do total das 463 crianças, 61 (13,2%) apresentavam desnutrição moderada, na faixa de 1,00 desvio padrão negativo, e 19 (4,1%) apresentavam desnutrição severa (Tabela 3). Estes dados ilustram a elevada prevalência da desnutrição em nosso meio. O déficit de peso para altura, em relação ao valor da relação peso/altura encontrado numa população padrão, é considerado como um indicador de desnutrição presente, atual. Por outro lado, o déficit de altura para idade é considerado como um indicador de desnutrição crônica²⁴.

Dados da Tabela 3 mostram que os níveis médios de PbS aumentaram no sentido dos grupos mais desnutridos para os mais nutridos. Os níveis de CdS não variaram consistentemente segundo os quatro níveis do estado nutricional.

Os coeficientes de correlação simples entre PbS e peso/altura foram de $r = 0,09$ e $r = 0,16$ para os grupos compostos por 463 e por 69 indivíduos, respectivamente. O coeficiente de correlação entre $\log\text{CdS}$ e peso/altura foi de $r = 0,04$.

Análises de regressão múltipla (Tabela 4) permitiram investigar mais adequadamente a relação entre os níveis de chumbo ou cádmio no sangue e o estado nutricional. Os efeitos de outras variáveis foram mantidos constantes: distância do domicílio da criança à fundição; idade; grupo racial; ancilostomíase severa; balanço de ferro no organismo; sexo; o fato de ser filho de operário da fundição; renda familiar e hábito de geofagia (risco potencial importante devido à contaminação do solo por metais pesados).

TABELA 3

Média e desvio padrão dos níveis de chumbo (PbS) e de cádmio (CdS) no sangue ($\mu\text{mol/l}$) segundo o estado nutricional de crianças de Santo Amaro da Purificação, Bahia.

Peso/Altura (Escores D.P.)	PbS			PbS \leq 1,68 $\mu\text{mol/l}$			CdS		
	Média arit.	D.P.	N	Média arit.	D.P.	N	Média geométrica	D.P.	N
-6,00 a -2,00	2,53	1,0	19	1,25	0,2	3	0,081	2,00	13
-1,99 a -1,00	2,73	1,1	61	1,33	0,2	10	0,090	2,27	39
-0,99 a 0,00	2,81	1,3	178	1,33	0,2	30	0,078	2,57	121
0,01 a 2,70	2,94	1,2	205	1,39	0,2	26	0,093	2,46	158
T o t a l	2,84	1,2	463	1,35	0,2	69	0,086	2,46	331

As análises de regressão múltipla confirmaram a impressão suscitada pela observação dos dados da Tabela 3, visto que a variação nos níveis de PbS ou de $\log\text{CdS}$ não estava significativamente ($P > 0,05$) associada com a desnutrição moderada ou severa (Tabela 4).

A variável distância (do domicílio da criança à fundição) estava associada com os níveis de PbS e $\log\text{CdS}$ de forma constante e altamente significativa (equações 1 a 5, Tabela 4). Isto parece óbvio e está de acordo com o padrão de dispersão atmosférica do material particulado contendo chumbo e cádmio.

Análises mais detalhadas foram realizadas no subgrupo de crianças com PbS igual ou inferior a 1,68 $\mu\text{mol/l}$ (equações 3 a 7, Tabela 4). Não foi encontrada associação estatisticamente significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de PbS e desnutrição moderada ou severa (equação 3); PbS e peso (equação 4) ou PbS e altura (equação 5). As equações 6 e 7 demonstraram que a idade foi a única variável significativamente ($P < 0,0001$) associada com peso ou com altura, respectivamente. Os níveis de PbS não estavam significativamente associados ($P > 0,05$) com as variáveis peso (equação 6) ou altura (equação 7).

Os resultados do presente estudo discordam radicalmente daqueles referidos por Schwartz e col.²¹. Em crianças de Santo Amaro da Purificação, os níveis de PbS não se encontravam associados de forma estatisticamente significativa com indicadores estritamente antropométricos, como peso ou altura, nem com indicadores de desnutrição, como o indicador peso/altura. O papel da distância do domicílio da criança à chaminé da fundição na variação dos níveis de PbS e $\log\text{CdS}$ superou os efeitos de todas as demais variáveis estudadas.

É curioso notar que os coeficientes de determinação múltipla (R^2) para as equações 6 e 7, que previam os valores de peso e de altura, foram bastante elevados: 80,5% e 88,0%, respectivamente. A quase

totalidade destes valores foi devida unicamente ao efeito da variável idade, em ambos os casos. No estudo de Schwartz e col.²¹, os coeficientes de determinação múltipla foram de 72,0% e de 90,5% nas equações em que as variáveis dependentes eram peso e altura, respectivamente. A longa lista de variáveis independentes incluía: idade (meses), idade (meses, ao quadrado); níveis séricos de albumina, ferro, cobre, e zinco; valores de hemoglobina, hematócrito, zinco protoporfirina e chumbo no sangue; percentual de saturação da transferrina, sexo, raça, renda familiar, nível de urbanização e consumo de cálcio, calorias, proteínas, carboidratos, gorduras, niacina, potássio, fósforo, riboflavina, tiamina, vitamina A e vitamina C. No presente estudo, a idade foi medida em anos e não em meses, como no estudo com as crianças americanas acima referido²¹. Entretanto, isto não impediu que fossem encontrados coeficientes de determinação tão elevados nas equações que prediziam os valores de peso ou altura.

A equação 1 estimou que crianças do grupo racial escuro apresentavam níveis médios de PbS 0,546 unidades ($\mu\text{mol/l}$) mais elevados que os de crianças do grupo racial claro ($P < 0,05$). Diversos estudos têm demonstrado que crianças negras tem níveis de PbS mais elevados que crianças brancas²⁶. Contudo, tais estudos não levaram em consideração se esta diferença poderia ser devida, em parte ou totalmente, às precárias condições nutricionais, socioeconômicas e de elevada exposição ao chumbo ambiental que as crianças negras geralmente apresentam. Por outro lado, a equação 2 mostrou que crianças do grupo racial escuro apresentaram níveis de $\log\text{CdS}$ 13,24% mais baixos que os de crianças do grupo racial claro ($P < 0,05$). Não foram encontradas explicações satisfatórias para estes achados discordantes. Não parece plausível a hipótese da existência de um mecanismo de competição entre os dois metais, resultando em maior absorção de chumbo que de cádmio. Ter-se-ia que aceitar que tal mecanismo seria válido apenas para os indivíduos de um determinado grupo racial.

Crianças com ancilostomíase severa estavam com níveis de PbS significativamente mais baixos ($P < 0,05$) que crianças não infestadas ou com baixas cargas parasitárias (equações 3, 4 e 5). Entretanto, a equação 2 mostrou que crianças com ancilostomíase severa apresentavam níveis de logCdS significativamente mais altos ($P < 0,05$) que crianças sem esta condição. Estes resultados devem ser analisados com

cautela devido ao pequeno número de indivíduos com ancilostomíase severa na população estudada: 8 casos, nas equações 1 e 2, e apenas 4 casos nas equações 3 a 5. É interessante notar que os níveis elevados de logCdS entre crianças severamente parasitadas por ancilostomídeos não parecem ser decorrentes da deficiência de ferro que costuma ocorrer nesta condição de perda crônica de sangue⁴.

TABELA 4

Equações de regressão múltipla tendo nível de chumbo do sangue (PbS, $\mu\text{mol/l}$), cádmio no sangue (logCdS, $\mu\text{mol/l}$), peso (Kg) ou altura (cm) em crianças de Santo Amaro da Purificação, Bahia.
Estão representados para cada equação: variável dependente, número de indivíduos, variáveis independentes e respectivos coeficientes de regressão, intersecção e coeficientes de determinação (R^2).

Equação	1	2	3	4	5	6	7
Variável Dependente	PbS	logCdS	PbS	PbS	PbS	Peso	Altura
Número de Indivíduos	463	331	69	69	69	69	69
Desnutrição moderada ^a	-0,0972	0,0359	0,0142	-	-	-	-
Desnutrição moderada ^a	-0,3795	-0,0409	-0,0133	-	-	-	-
Distância (0,1 km)	-0,2000 ***	-0,0611 ***	-0,0468 *	-0,0471 *	-0,0471 *	0,1504	0,4720
Idade (anos)	-0,0826 ***	0,0051	0,0051	-0,0139	-0,0082	1,9312 ***	5,7581 ***
Grupo racial escuro ^b	0,5459 *	-0,1324 *	0,0867	0,0930	0,0787	-1,1237	1,8088
Grupo racial médio ^b	0,2898	0,0322	-0,1129	-0,1142	-0,1205	-0,0953	1,9327
Ancilostomíase severa ^c	-0,0981	0,3191 *	-0,2903 *	-0,2868 *	-0,2839 *	-0,0222	-2,4854
Saturação da Transferrina (%)	-0,0062	-0,0031	0,0035	0,0034	-0,0246	-0,0246	-0,0708
Sexo ^d	-0,0084	0,0471	0,0406	0,0421	0,0441	0,0224	-0,5972
Filho operário da fundição ^e	0,1985	0,0046	0,1234	0,1301	0,1280	-0,5624	-1,0303
Renda familiar (xCr\$ 1.000)	0,0104	0,0003	0,0107	0,0095	0,0101	0,0872	0,1466
Geofagia ^f	-0,0373	0,0245	-0,0656	-0,0595	-0,0597	-0,5558	-2,5241
Peso (Kg)	-	-	-	0,0097	-	-	-
Altura (cm)	-	-	-	-	0,0023	-	-
PbS ($\mu\text{mol/l}$)	-	-	-	-	-	1,2341	1,4605
Intersecção	4,2351	-0,6528	1,5249	1,4557	1,3612	5,0529	69,3684
R^2 (%)	23,2	21,6	31,7	32,4	31,8	80,5	88,0

CÓDIGOS PARA VARIÁVEIS "DUMMY"

- a. Desnutrição: Peso/Altura de -0,99 a 2,70 D.P. = 0; de -1,00 a -1,99 D.P. = 1 (moderada); de -2,00 a -6,00 D.P. = 1 (severa).
- b. Grupo racial: Claro = 0; Médio = 1; Escuro = 1.
- c. Ancilostomíase severa: 0 a 1999 ovos/g de fezes = 0; 2000 ou mais ovos/g de fezes = 1.
- d. Sexo: feminino = 0; masculino = 1.
- e. Filho de operário da fundição: Não = 0; Sim = 1.
- f. Geofagia: Não = 0; Sim = 1.

* - $P < 0,05$

** - $P < 0,01$

*** - $P < 0,0001$

CARVALHO, F.M. et al. [Lead and cadmium in the blood and their relation to the nutritional status of children in Santo Amaro, Bahia, Brazil]. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 21: 44-50, 1987.

ABSTRACT: The levels of lead in blood (PbB) and of cadmium in blood (CdB) were related to nutritional status, in the context of a prevalence study, carried out in a population of 1 to 9 year-old children, living at less than 900 meters from a primary lead smelter in Santo Amaro City, State of Bahia, Brazil. Among 555 children, the arithmetical mean and standard deviation of PbB levels was $2.84 \pm 1.20 \mu\text{mol/l}$. More than seventy-five per cent of the children presented PbB higher than $1.68 \mu\text{mol/l}$ (or $35 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$), which is usually taken as a safe reference level. Among 396 children, the geometrical mean of CdB levels was $0.087 \mu\text{mol/l}$ (standard deviation of 2.5). Ninety-six per cent of these children presented CdB levels higher than $0.0089 \mu\text{mol/l}$ (or $1.0 \mu\text{g}/1$), which is usually taken as a reference level. PbB and CdB levels did not vary significantly among subgroups of children of different nutritional status. Multiple regression analyses did not show statistically significant associations between PbB or logCdB levels and malnutrition, as measured by the wasting (weight/length) index, the effects of the following variables remaining constant: age, sex, racial group, pica, distance from child's home to smelter, being a child of a leadworker, family income, iron status and severe hookworm infestation. The distance from child's home to smelter was the variable which was most strongly associated with the variation in PbB or in logCdB levels. The weight or the height of children with low PbB (equal or less than $1.68 \mu\text{mol/l}$) were not significantly associated with PbB levels, but showed strong correlations with child's age. These results disagree with those from a recent study carried out in a large sample of American children, which reported strong associations between child's height or weight and the level in blood for children with PbB below $1.68 \mu\text{mol/l}$.

UNITERMS: Lead, blood. Cadmium, blood. Nutritional status. Child nutrition. Environmental exposure.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAKER, E.L.; HAYES, C.G.; LANDRIGAN, P.J.; HANDKE, J.L.; LEGER, R.T.; HOUSWOETH, W.J. & HARRINGTON, J.M. A nation-wide survey of heavy metal absorption in children living near primary copper, lead and zinc smelters. *Amer. J. Epidemiol.*, 106: 261-73, 1977.
2. BARLTROP, D. & KHOO, H.E. The influence of nutritional factors on lead absorption. *Postgrad. med. J.*, 51: 795-800, 1975.
3. BREMNER, I. Mammalian absorption, transport and excretion of cadmium. In: Webb, M., ed. *The chemistry, biochemistry and biology of cadmium*. Amsterdam, Elsevier, 1979. p. 175-93. (Topics in Environmental Health Services, v.2).
4. CARVALHO, F.M.; BARRETO, M.L.; SILVANY-NETO, A.M.; WALDRON, H.A. & TAVARES, T.M. Multiple causes of anaemia amongst children living near a lead smelter in Brazil. *Sci. Total Environ.*, 35: 71-84, 1984.
5. CARVALHO, F.M.; SILVANY-NETO, A.M.; TAVARES, T.M.; LIMA, M.E.C. & WALDRON, H.A. Lead poisoning among children from Santo Amaro, Brazil. *Bull. Pan Amer. Hlth Org.*, 19: 165-75, 1985.
6. CARVALHO, F.M.; TAVARES, T.M.; SILVANY-NETO, A.M.; LIMA, M.E.C. & ALT, F. Cadmium concentrations in blood of children living near a lead smelter in Bahia, Brazil. *Environ. Res.*, 40: 437-49, 1986.
7. CARVALHO, M.F.; TAVARES, T.M.; SOUZA, S.P. & LINHARES, P. Lead and cadmium concentrations in the hair of fisherm from the Subaé River basin, Brazil. *Environ. Res.*, 33: 300-6, 1984.
8. CENTER FOR DISEASE CONTROL. Preventing lead poisoning in young children. *J. Pediatr.*, 93: 709-20, 1978.
9. DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. *Lead and health; the report of a DHSS Working Party on lead in the environment*. London, HMSO, 1980. p. 97-119.
10. FOX, M.R.S. Nutritional influences on metal toxicity: cadmium as a model toxic element. *Environ. Perspec.*, 29: 95-104, 1979.
11. FRIBERG, L.; KJELLSTROM, T.; NORDBERG, G. & PISCATOR, M. Cadmium. In: Friberg, L. et al., ed. *Handbook on the toxicology of metals*. Amsterdam, Elsevier, 1979. p. 355-81.
12. HAMILL, P.V.V.; DRIZD, T.A.; JOHNSON, C.L.; REED, R.B. & ROCHE, A.F. NCHS growth curves for children from birth-18 years. *Vital Hlth Statist. Ser. 11*, (165), 1977.
13. KATZ, N.; CHAVES, A. & PELLEGRINO, J. A simple device for quantitative stool thick-smear technique in Schistosomiasis mansoni. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo*, 14: 397-400, 1972.
14. LANDRIGAN, P.J.; BAKER, E.L.; FELDMAN, R.G.; COX, D.H.; EDEN, K.V.; ORENSTEIN, W.A.; MATHER, J.A.; YANKEL, A.J. & VonLINDERN, I.H. Increased lead absorption with anaemia and slowed nerve conduction in children near a lead smelter. *J. Pediatr.*, 89: 904-10, 1976.
15. MOOTY, J.; FERRAND, C.F. & HARRIS, P. Relationships of diet to lead poisoning in children. *Pediatrics*, 55: 636-9, 1975.
16. NIE, N.H.; HULL, C.H.; JENKINS, J.G.; STEINBRENNER, K. & BENT, D.H. *SPSS - Statistical package for the social sciences*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 1975.
17. OLIVEIRA, M.P.M.S. & AZEVEDO, E.S. Differences in anthropometric traits in schoolchildren of Bahia, Brazil. *Amer. J. phys. Anthropol.*, 46: 471-6, 1977.
18. QUARTERMAN, J.; MORRISON, E.; MORRISON, J.N. & HUMPHRIES, W. R. Dietary protein and lead retention. *Environ. Res.*, 17: 68-77, 1978.
19. ROELS, H.A.; BUCHET, J.P.; LAUWERYS, R.; HUBERMONT, G.; GRUAUX P.; CLAEYS-THOREAU, F.; LAFONTAINE, A. & Van OVERSCHELDE, J.

- Impact of air pollution by lead on the heme biosynthetic pathway in school age children. *Arch. environ. Hlth*, 31: 310-6, 1976.
20. ROELS, H.A.; BUCHET, J.P.; LAUWERYS, R.; BRUAUX, P.; CLAEYSTHOREAU, F.; LAFONTAINE, A.; Van OVERSCHELDE, J. & VERDUYN, G. Lead and cadmium among children near a non-ferrous metal plant: a follow-up study of a test case. *Environ. Res.*, 15: 290-308, 1978.
 21. SCHWARTZ, J.; ANGLE, C. & PITCHER, H. Relationship between childhood blood lead levels and stature. *Pediatrics*, 77: 281-8, 1968.
 22. SERUM iron and TIBC Set 64932. Gibbstown, N.J., HARLECO. A Division of American Hospital Supply Corporation, 1978. (Lit. Nº 2471 Rev. 8/78) [Catálogo].
 23. STREHLOW, C.D. & BARLTROP, D. Nutritional status and lead exposure in a multiracial population. In: Hemphill, D.D., ed. *Trace substances in environmental health XII*. Columbia, University of Missouri, 1978. p. 40-7.
 24. WATERLOW, J.C. Classification and definition of protein-energy malnutrition. In: Beaton, G.H. & Bengoa, J.M. *Nutrition in preventive medicine*, Geneva, World Health Organization, 1976. p. 530-55.
 25. WATERLOW, J.C.; BUZINA, R.; KELLER, W.; LANE, J.M.; NICHAMAN, M.Z. & TANNER, J.M. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under age of 10 years. *Bull. Wld Hlth Org.*, 55: 489-98, 1977.
 26. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Lead*. Geneva, 1977. (Environmental Health Criteria, 3).
 27. ZIELHUIS, R.L.; DeICASTILHO, P.; HERBER, R.F.M.; WIBOWO, A.A.E. & SALLE, H.J.A. Concentrations of lead and other metals in blood of two and three year-old children living near a secondary smelter. *Int. Arch. occup. environ. Hlth*, 42: 231-39, 1979.

Recebido para publicação em 28/05/1986

Reapresentado em 03/11/1986

Aprovado para publicação em 12/11/1986