

Estudos de avaliação da exposição ambiental humana ao chumbo no Brasil: uma análise comparativa

Eduardo Mello De Capitani¹

Mônica Maria Bastos Paoliello²

Apesar da difusão de empreendimentos industriais de pequeno, médio e grande porte, manipulando chumbo metálico e seus compostos em todo o país há diversas décadas, são poucos os estudos epidemiológicos avaliando a exposição não ocupacional de populações expostas ambientalmente a chumbo no Brasil (TRIVELATO, 2006).

Com relação a avaliações epidemiológicas de adultos, o estudo pioneiro é o de Carvalho (1978), contido em tese acadêmica de cunho mais abrangente, e posteriormente publicada como artigos científicos em 1983 e 1984 (CARVALHO *et al.*, 1983; CARVALHO, *et al.*, 1984).

Nesse estudo Carvalho e cols (1983, 1984) dosaram chumbo em cabelo de populações de pescadores de três localidades próximas da fundição de chumbo Plumbum, localizada em Santo Amaro da Purificação, BA, e em funcionamento desde 1960, e de uma localidade controle localizada a cerca de 80 km de distância (CARVALHO *et al.*, 1983; CARVALHO, *et al.*, 1984). A Tabela 1 mostra os resultados desse estudo, com a média das concentrações de Pb em cabelo nas respectivas localidades, mostrando haver situação de contaminação elevada em Santo Amaro da Purificação, e um gradiente decrescente conforme as comunidades se distanciam da fonte poluidora. Entretanto, o estudo não fornece resultados de análise de chumbo em sangue. Esses resultados confirmavam o que já se pressentia na região, que a refinadora de chumbo Plumbum poluía o ambiente a ponto de alcançar as águas do rio Subaé, fornecedora de subsistência e pesca comercial de grande parte da população ribeirinha.

Desde essa época, e apenas mais recentemente, alguns poucos estudos produziram resultados em adultos expostos ambientalmente em áreas contaminadas por indústrias, refinarias e mineração.

¹ Doutorado em Saúde Coletiva, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Centro de Controle de Intoxicações, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

² Doutorado em Saúde Coletiva, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Departamento de Patologia, Análises Clínicas e Toxicológicas - Universidade Estadual de Londrina, Paraná

Tabela 1 - Chumbo em cabelo de populações de pescadores de 3 localidades próximas à fundição Plumbum em Sto Amaro e uma localidade controle a 84 km de distância (1978).

Localidade	Distância da fonte	n	Média (ppm)	DP	Min - Máx
Santo Amaro	3,5 km	31	55,5	60,2	2 - 267
São Braz	5,0 km	35	22,3	33,4	2 - 161
S. Francisco do Conde	7,5 km	50	14,1	11,2	0 - 49
Guaibim	84 km	63	12,1	14,9	0 - 73

Fonte: Carvalho *et al.* Absorção e intoxicação por chumbo e cádmio em pescadores da região do Rio Subaé. *Ciência Cultura*.1983; 35(3):360-66.

Na região do alto Vale do rio Ribeira, em área de fronteira entre os estados de São Paulo e Paraná, parte da população de adultos e crianças continua exposta a um passivo de contaminação com compostos inorgânicos de chumbo, apesar do fechamento de refinaria/fundição primária de chumbo, também pertencente à Plumbum, que funcionou na região de 1940 a 1995.

Em estudo realizado entre 1999 e 2000 no alto Vale do Ribeira, 350 adultos foram amostrados no total, sendo que aqueles que moravam a uma distância igual ou menor a 1000 m da ex-refinaria primária de chumbo apresentaram níveis de chumbo em sangue de 14,55 µg/dL para homens (n=46) e 6,80 µg/dL para mulheres (n=55) (PAOLIELLO *et al.*, 2002). Dentre as variáveis estudadas associadas aos altos níveis de chumbo em sangue em adultos está a área residencial (PAOLIELLO *et al.*, 2005).

Em outro estudo na década de 90 de população moradora próxima a uma recicladora de baterias no vale do rio Paraíba, em São Paulo, observaram-se níveis de plumbemia variando de 21,22 µg/dL (numa distância entre 600 a 800 metros da planta) e 4,85 µg/dL (em moradores a 2 km da planta) (KUNO *et al.*, 1994).

Em 2004, em Santo Amaro da Purificação, um estudo mostrou que a plumbemia média de grávidas vivendo ao redor de antiga refinaria de chumbo apresentava gradiente decrescente de acordo com a distância da fonte primária de poluição (0,44 µmol/L [9,11 µg/dL] perto da fonte; 0,231 µmol/L [4,78 µg/dL] distância média; 0,053 µmol/L [1,09 µg/dL] longe da fonte), tendo-se obtido uma boa correlação entre plumbemia das mães e níveis de chumbo no cordão umbilical durante o parto ($r=0,86$; $p<0,001$) (ZENTNER; RONDÓ, 2004). Quando esses resultados são comparados com resultados de estudo feito em grávidas não expostas na cidade de São Paulo, onde a média de plumbemia encontrada foi de 2,39 µg/dL (ROSALÉM, 2004), constata-se que as grávidas de Santo Amaro residindo próximas da fonte de poluição estão com níveis médios de chumbo cerca de 3 vezes maiores.

Em estudo realizado em população adulta moradora das margens do rio Tapajós, PA, Barbosa e cols. (2009) obtiveram média de plumbemia de 13,1 µg/dL (DP=8,5) e mediana de 11,2 µg/dL (intervalo de 0,59 a 48,3 µg/dL) em 448 adultos vivendo em 12 localidades do baixo Tapajós sem exposição ocupacional a chumbo. Os homens apre-

sentavam mediana significativamente maior que as mulheres (15,3 µg/dL vs 7,9 µg/dL, respectivamente). Aprofundando o estudo de possíveis fontes locais de chumbo os autores apontam para a contaminação da farinha de mandioca durante o processo de fabricação, tendo em vista que as concentrações de Pb em mandioca crua são 10 vezes mais baixas quando comparadas com a farinha torrada (média de 0,017 ± 0,016 µg/g vs 0,19 ± 0,10 µg/g, respectivamente) (BARBOSA, 2012; BARBOSA *et al.*, 2009).

Com relação à exposição de crianças, apesar de não dispormos de valores de referência atualizados para fins de comparação dos resultados de estudos epidemiológicos, os trabalhos de avaliação de exposição realizados no Brasil tem utilizado os parâmetros estabelecidos pelo CDC norte-americano como referência para tomadas de decisão quanto a medidas de intervenção. Nesse sentido o CDC, desde 1990 estabeleceu o valor de plumbemia de 10 µg/dL como limite da ação para crianças (CDC 1991). Esse valor tinha por base estudos realizados até aquela data mostrando baixo risco de danos neurológicos a longo prazo em crianças com exposições ambientais que mantivessem níveis de plumbemia abaixo desse valor. A Alemanha adotou oficialmente esse valor como limite em 1996 (WILHELM; IDEL, 1996) e outros países, na ausência de valores próprios, mantiveram os parâmetros estabelecidos pelo CDC como balizador de suas ações de controle de exposição ambiental a chumbo.

Convém ressaltar no entanto que, no início de 2012, o Comitê Assessor para Prevenção de Intoxicação por Chumbo em Crianças (ACCLPP), do CDC recomendou o uso de valor de referência (VR), ao invés de nível de ação, como balizador das medidas de prevenção nos EUA, definindo VR como a margem superior da distribuição das medidas laboratoriais de um determinado analito numa determinada população (ACCLPP-CDC, 2012). Nesse sentido o ACCLPP propõe que o nível de ação de 10 µg/dL seja substituído pelo VR de 5 µg/dL, valor este derivado do percentil 97,5% dos valores obtidos em crianças de 1 a 5 anos de idade amostradas pela NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey*), e que seja revisto a cada 4 anos (ACCLPP-CDC, 2012).

Os primeiros estudos de avaliação de crianças expostas ao chumbo por poluição ambiental no Brasil foram também realizados em Santo Amaro da Purificação, nas décadas de 80 e 90 pelo grupo da Universidade Federal da Bahia, liderado pelo professor Fernando Carvalho (CARVALHO *et al.*, 1984; CARVALHO *et al.*, 1995; CARVALHO *et al.*, 2003).

Como já referido anteriormente, nesse município, durante o período de 1960 a 1993 funcionou uma fundição primária de chumbo que poluiu as áreas urbana e rural ao seu redor com óxidos e outros sais de chumbo. Além disso, a escória do processo de fundição, contendo até 2% de chumbo, foi distribuída pela municipalidade ao longo dos anos, como material de pavimentação de ruas, calçadas e até de quintais domésticos, democratizando o risco de exposição até então definido pela distância das moradias da fonte de poluição (ANJOS, 2012).

Os estudos desenvolvidos no início dos anos 1980, contendo os primeiros resultados da avaliação de crianças expostas em Santo Amaro apresentaram, numa amostra de 555 crianças entre 1 e 9 anos morando dentro do perímetro de 900 metros da empresa, média de plumbemia de $59.1 \pm 25.0 \mu\text{g/dL}$ (CARVALHO *et al.*, 1985). Esses valores são extremamente elevados e, seguramente, produziram danos neurológicos nas crianças que se mantiveram expostas por tempo prolongado.

Em 1989, após a adoção de algumas medidas de controle ambiental, a média de plumbemia de 53 crianças, amostradas de forma representativa, foi de $36.9 \pm 22.9 \mu\text{g/dL}$ (SILVANY-NETO *et al.*, 1989).

Em 2003, 10 anos após o fechamento definitivo da fundição, amostrando crianças de 1 a 4 anos, o mesmo grupo de pesquisadores obteve média de plumbemia de $17.1 \pm 7.3 \mu\text{g/dL}$, porém com 88% das crianças ainda com níveis acima de $10 \mu\text{g/dL}$ e 32% acima de $20 \mu\text{g/dL}$ (CARVALHO *et al.*, 2003) (Tabela 2). Desde essa última avaliação, os níveis de chumbo no sangue das crianças não foram mais monitorados.

Tabela 2 - Estudos epidemiológicos avaliando exposição ambiental a chumbo por crianças no Brasil.

Local	Fonte	Distância da fonte	Idade	Expostos		Controles		Referência
				n	Plumbemia $\mu\text{g/dL}$ (média)	n	Plumbemia $\mu\text{g/dL}$ (média)	
Sto Amaro, BA	Fundição 1 ^ª ária	Até 900m	1-9	555	$59,1 \pm 25,0$	-	-	Carvalho <i>et al.</i> , 1985
Sto Amaro, BA	Fundição 1 ^ª ária	Até 900m	1-9	53	$36,9 \pm 22,9$	-	-	Sylvani-Neto <i>et al.</i> , 1989
Sto Amaro, BA	Fundição 1 ^ª ária	Até 1km	1-4	47	$17,1 \pm 7,3$	-	-	Carvalho <i>et al.</i> , 2003
Cubatão, SP	Complexo industrial	Rio Cubatão	4-5	199	5.02 - 18.51	-	-	Azevedo <i>et al.</i> , 1989
Cubatão, SP	Complexo industrial	Rio Cubatão	1-10	251	$17,8 \pm 5,8$	-	-	Santos Filho <i>et al.</i> , 1993
Adrianópolis, PR	Fundição 1 ^ª ária	500m a 1,5km	7-14	94	11,5 (mediana)	39	1,8 (mediana)	Paoliello <i>et al.</i> , 2002
Bauru, SP	Recicladora de baterias	Até 1km	0 - 14	825	9,8	31	< 5,0	Freitas <i>et al.</i> , 2002

Tabela 3 - Concentração de Pb em poeira doméstica em casas de crianças com plumbemias maiores de 20 µg/dl (Adrianópolis, PR)

Amostra	Valor de plumbemia da criança moradora	Concentração de Pb em µg/g (ppm)
A 1	37,8	1.100
A 2	37,8	569
B	24,1	538
C	29,0	218
D	19,5	299
E 1	24,0	994
E 2	24,0	3.268
F	23,0	552

Nota: EPA-USA 400 mg/kg (ppm), valor limite guia para solo (*soil screening guidance*) (ATSDR, 2000).

Em Cubatão, São Paulo, área de desenvolvimento industrial considerada um dos maiores complexos siderúrgicos, químicos e metalúrgicos do país, em operação desde os anos 50 e, além disso, considerada uma das áreas urbanas mais poluídas no mundo, um estudo publicado em 1993 avaliou 199 crianças de 4 a 5 anos em 10 escolas públicas. Foram encontrados níveis de plumbemia variando de 5.02 µg/dL a 18.51 µg/dL (AZEVEDO *et al.*, 1989; CETESB, 2001), ou seja, comparável com a faixa de plumbemias encontradas em Santo Amaro em 2003 (Tabela 2). Corroborando esses dados, outro estudo em Cubatão, de Santos Filho e cols (1993) encontrou média de plumbemia de $17.8 \pm 5.8 \mu\text{g/dL}$ em 251 crianças de 1 a 10 anos (SANTOS FILHO *et al.*, 1993). Aparentemente, nenhuma medida de remediação específica foi tomada em Cubatão frente a esses resultados.

Na região do Vale do rio Ribeira, na fronteira entre São Paulo e Paraná, uma fundição primária de chumbo de menor capacidade que a de Santo Amaro da Purificação, pertencente à mesma empresa Plumbum, operou de 1946 a 1995, poluindo o ar e o solo na proximidade da empresa, e as águas e sedimentos do rio Ribeira onde foram despejados resíduos e escória do processo de beneficiamento durante algumas décadas até a agência de meio ambiente do estado do Paraná proibir esse procedimento no início da década de 1980.

Entre 1999 e 2000, Paoliello e cols (2002) avaliaram os níveis de plumbemia de 295 crianças entre 7 e 14 anos, obtendo mediana de 11.25 µg/dL (1,8 - 37,8 µg/dL) numa distância até 1,5km da fonte (nessa época já fechada) (Tabela 2) (Figura 1). Cerca de 72% das crianças apresentavam níveis maiores que 10 µg/dL, e 12,8% acima de 20 µg/dL. Crianças avaliadas como controle, morando em município a 40 km a montante da fonte de contaminação, mostraram média de plumbemia de 1,8 µg/dL (provavelmente este é o valor de referência para essa região do Brasil) confirmando o impacto do passivo ambiental deixado pela empresa na carga corpórea de chumbo das crianças (PAOLIELLO *et al.*, 2002).

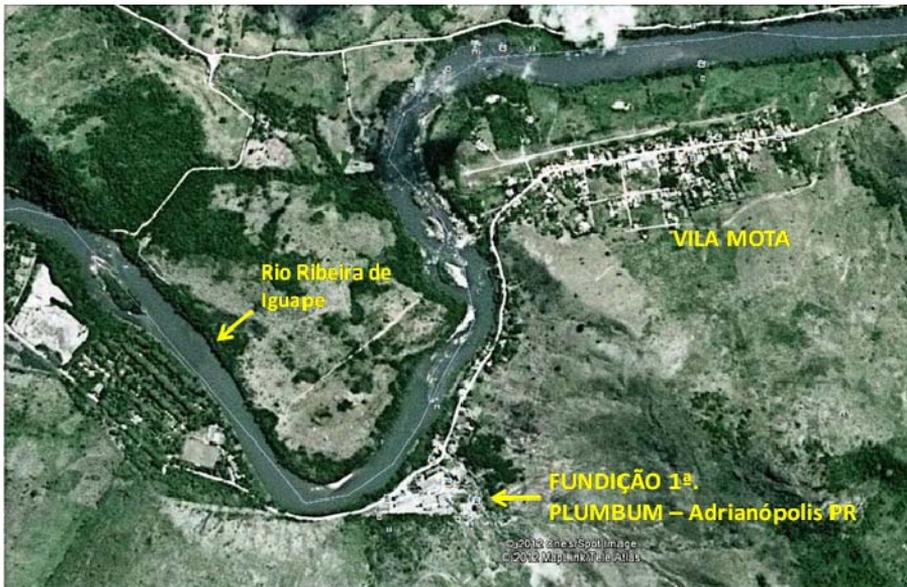


Figura 1 - Localização da fundição primária de chumbo Plumbum em Adrianópolis, PR, com relação à vila Mota, área de estudo de avaliação de exposição humana.

Como ação isolada de remediação da área, uma montanha de rejeito da fundição disposta a céu aberto próximo das moradias da área, foi retirada do local. As crianças com níveis acima de 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ foram encaminhadas para avaliação clínica geral e neurológica em Curitiba, pela Secretaria de Estado da Saúde.

No interior das casas localizadas dentro de um raio de 1000 metros da empresa foram coletadas amostras de poeira depositada em cima dos batentes de porta e de janelas, sobre guarda roupas e armários, e sobre superfícies de madeira e alvenaria às quais as crianças regularmente tinham acesso (Figura 2). Os resultados da análise de chumbo nessas amostras podem ser vistos na Tabela 3.



Figuras 2a e 2b - Detalhes do interior de casas localizadas próximas à fundição em Adrianópolis, PR, mostrando locais de acúmulo de poeira contaminada.

Frente a esses resultados foi proposto em relatório final à Secretaria de Estado da Saúde uma campanha de educação e higiene ambiental, junto com proposta de mutirão de limpeza e aspiração do interior das casas visando diminuir a carga de exposição a chumbo por parte das crianças. Essas propostas não foram implementadas até o momento, e proposta de realização de novas dosagens de chumbo no sangue das crianças, dez anos após o primeiro estudo, foram rechaçadas pelas autoridades locais e estaduais, quando feitas pela equipe de pesquisa entre 2010 e 2011.

Tabela 3 - Concentração de Pb em poeira doméstica em casas de crianças com plumbemias maiores de 20 µg/dl (Adrianópolis, PR)

Amostra	Valor de plumbemia da criança moradora	Concentração de Pb em µg/g (ppm)
A 1	37,8	1.100
A 2	37,8	569
B	24,1	538
C	29,0	218
D	19,5	299
E 1	24,0	994
E 2	24,0	3.268
F	23,0	552

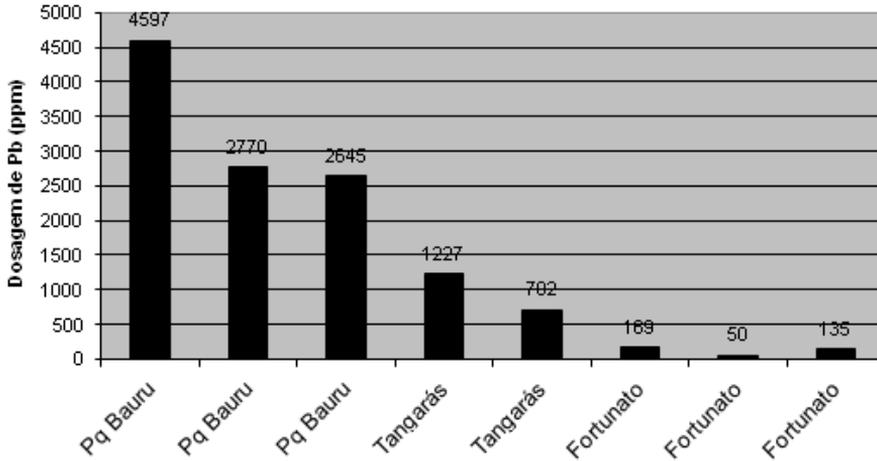
Nota: EPA-USA 400 mg/kg (ppm), valor limite guia para solo (*soil screening guidance*)(ATSDR, 2000).

Em Bauru, na região central do estado de São Paulo, a partir de medidas de chumbo no ar feitas pelo órgão de fiscalização ambiental do estado (CETESB) e posterior verificação de existência de solo contaminado com níveis elevados de chumbo ao redor de uma recicladora de baterias, onde funcionava uma fundição secundária de chumbo, 624 crianças de 0 a 12 anos foram amostradas em área residencial até 1 km de distância da empresa, em conjunto com as Secretarias Municipal e Estadual de Saúde e duas universidades. Um grupo de 31 crianças da mesma faixa etária, morando a 11 km de distância, foi também avaliado para servir como controle. A média de plumbemia das 624 crianças expostas mostrou ser de 9,28 µg/dL comparada com valores inferiores a 5,0 µg/dL no grupo controle (Tabela 2).

Das crianças com concentrações acima de 10 µg/dL (n=311) a média foi de 16,5 µg/dL (DP= 6,36). Uma reavaliação desse subgrupo de crianças feita 6 meses após o fechamento da empresa mostrou ainda níveis médios de 16,6 µg/dL (DP=8,52). Após medidas de controle da exposição, que incluíram a aspiração da poeira intradomiciliar e a retirada e substituição do solo superficial peridomiciliar onde moravam essas crianças, a média de plumbemia de 241 crianças foi de 9,05 µg/dL (DP=4,82), ou seja, 46,2% mais baixa (p < 0,0001), mostrando que medidas de remediação desse tipo tem impacto significativo no grau de exposição das crianças (FREITAS *et al.*, 2007).

Também em Bauru foram coletadas amostras de poeira domiciliar depositada em áreas inacessíveis e áreas acessíveis às crianças. Os resultados podem ser vistos no

Quadro 1 - Ressalte-se o gradiente de concentração decrescendo com a distância da fonte e os elevados níveis em casas dentro do perímetro de 1000 metros.



Quadro 1 - Concentração média de chumbo em poeira domiciliar em três bairros de Bauru-SP

As mesmas propostas de remediação com relação à educação e higiene ambientais feitas em Adrianópolis foram repetidas em Bauru, com implementação parcial das medidas de remediação, incluindo limpeza e aspiração de algumas das casas contaminadas, o que resultou em decréscimo das médias de plumbemia colhidas cerca de 6 meses após os procedimentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Evolução das plumbemias de crianças com mais de 10 µg/dL na 1ª avaliação. Bauru, SP

Avaliação	n	Plumbemia µg/dL média (DP)	Plumbemia µg/dL mediana
1ª	311	16,52 (6,36)	14,7
2ª (6 meses após o fechamento da empresa)	241	16,63 (8,52)	15,0
3ª (18 meses após a primeira avaliação, e 6 meses após medidas de remediação)	241	9,05 (4,82)	8,0*

*46% de decréscimo

Em Montevideu, Uruguai, no final dos anos 90, foi detectado um problema de contaminação por chumbo em área urbana comparável, em termos de magnitude dos níveis de chumbo no sangue de crianças detectados, com as áreas contaminadas no Brasil acima descritas (COUSILLAS *et al.*, 2008). A Tabela 5 mostra a evolução dos níveis de plumbemia em crianças moradoras nessa área ao longo dos anos, verificando-se um decréscimo fruto de múltiplas ações conjuntas da comunidade, do governo, das instituições de saúde, da universidade, etc. (Quadro 2).

Tabela 5 - Contaminação ambiental por chumbo em área urbana de Montevideu (La Teja) – resultados crianças.

Ano	n	Idade (anos) (intervalo)	Plumbemia µg/dL (min-max)		Referência
1994	47	5,2 (2 - 11)	9,7	(4,7 - 19,1)	Schutz <i>et al.</i> , 1997
1998	107	7,8 (0 - 14)	9,4	(5,5 - 18,6)	Cousillas <i>et al.</i> , 2005
2004*	180	6,3 (0 - 14)	5,7	3,0 - 16,0)	Cousillas <i>et al.</i> , 2008

Nota: * resultados após as medidas de comunicação de risco, educação e remediação.

Fonte: Cousillas *et al.*, 2012. Impacts of multidisciplinary actions on environmental lead exposure in Uruguay. *Environ Geochem Health*. 34:207-211.

Quadro 2 - Ações de controle realizadas em La Teja, Montevideu, Uruguai durante episódio de contaminação urbana por chumbo.

<ul style="list-style-type: none"> – Formação de um Comitê Interinstitucional e Multidisciplinar – Avaliação de solo, água, poeira, visitas domiciliares – Ampliação da oferta de plumbemias <ul style="list-style-type: none"> • Faculdade de Química da Udelar – Comunicação do risco – Educação ambiental e de higiene e saúde – Assistência médica especializada <ul style="list-style-type: none"> • CIAT (Centro de Informação e Assistência Toxicológica) • Grupo de Pediatria ligado à Fa. Medicina e ao CIAT (UPA) • Diagnóstico, tratamento, orientação e seguimento – Localização, isolamento, contenção, e desocupação das fontes de contaminação (100 empresas avaliadas) – Legislação <ul style="list-style-type: none"> • 2003 – lei sobre descarte de baterias • 2004 – banimento de gasolina com mais de 13 mg/L Pb • 2004 – Lei com dispositivos sobre tintas, descartes, teores em água etc. • 2004 – Lei de vigilância de trabalhadores expostos

Fonte: Cousillas *et al.*, 2012. Impacts of multidisciplinary actions on environmental lead exposure in Uruguay. *Environ Geochem Health*. 34:207-211.

Em Santo Amaro da Purificação, as medidas de chumbo em sangue das crianças, aparentemente mostram um decréscimo nas últimas décadas (Tabela 2), resultado provável do fechamento da empresa, cessando completamente a fonte primária de contaminação do processo de urbanização, mudança de hábitos das pessoas, e outros fatores ainda desconhecidos. Nenhum programa de remediação foi implantado até o momento. Nenhuma medida prática de descontaminação da área foi implementada. Nem mesmo um programa regular de monitoramento biológico, diagnóstico e seguimento das crianças com problemas secundários à contaminação foi implantado.

O fato é que a contaminação do solo, água e sedimentos dos rios e riachos da bacia do Subaé continuam sendo fonte secundária de contaminação das ruas, do interior das casa, dos quintais, dos alimentos, dos peixes e crustáceos locais, colocando as crianças e adultos em contato direto com o chumbo em algum grau, exigindo a instalação de um programa abrangente de avaliação, planejamento e remediação a curto, médio e longo prazo da área.

Referências

ACCLPP-CDC. *Low level lead exposure harms children: a renewed call for primary prevention*. Atlanta: CDCPJan 2012.

ANJOS, J.A.S.A. Conflito no uso do solo de sítios contaminados por resíduos tóxicos: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação, Bahia. *46º Congresso Brasileiro de Geologia*. 2012.

AZEVEDO, F.A. *et al.* Avaliação tóxico-epidemiológica da exposição ambiental da população infantil do Município de Cubatão (SP-Brasil) a metais pesados: chumbo e mercúrio. *Rev Bras Toxicol*. 1989; v. 2, p. 25-32.

BARBOSA F., JR. *et al.* Elevated blood lead levels in a river side population in the Brazilian Amazon. *Environ Res*. 2009 Jul; v. 109, n. 5, p. 594-9.

BARBOSA JR, F. Monitoring Hg and Pb exposure in a riverside population of the Brazilian Amazon. *Rev Bras Toxicol*. 2012; v. 25, Supl 1, p. 33-4.

CARVALHO, F.M. Absorção e intoxicação por chumbo e cádmio em pescadores da região do Rio Subaé. *Ciência Cultura*. 1983; v. 35, n. 3, p. 360-66.

CARVALHO F. *et al.* Lead and cadmium concentrations in the hair of fishermen from the Subae River basin, Brazil. *Environ Res*. 1984 Apr; v. 33, n. 2, p. 300-6.

CARVALHO, F.M. *et al.* Lead poisoning among children from Santo Amaro, Brazil. *Bull Pan Am Health Organ*. 1985; v. 19, n. 2, p. 165-75.

CARVALHO, F.M. *et al.* Erythrocyte protoporphyrin versus blood lead: relationship with iron status among children exposed to gross environmental pollution. *Environ Res*. 1995 Oct; v. 71, n. 1, p. 11-5.

CARVALHO, F.M. *et al.* [Blood lead levels in children and environmental legacy of a lead foundry in Brazil]. *Rev Panam Salud Publica*. 2003 Jan; v. 13, n. 1, p. 19-23.

CDC. Preventing lead poisoning in young children - a statement by the Centers for Disease Control - Oct 1991: USDHHS-PHS-CDCP; 1991.

CETESB. Relatório Técnico - Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente 2001.

COUSILLAS, A. *et al.* Comparative study of blood lead levels in Uruguayan children (1994-2004). *Biol Trace Elem Res*. 2008 Apr; v.122, n. 1, p. 19-25.

FREITAS, C.U. *et al.* Lead exposure in an urban community: investigation of risk factors and assessment of the impact of lead abatement measures. *Environ Res*. 2007 Mar; v.103, n. 3, p. 338-44.

KUNO, R.; OLIVEIRA-FILHO, M.T.; SITNIK, R.H. Níveis de plumbemia de um grupo populacional próximo à Indústria Incometal - Pindorama - SP. São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental 1994.

PAOLIELLO, M.M. *et al.* Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil. *Environ Res*. 2002 Feb; v. 88, n. 2, p. 120-8.

PAOLIELLO, M.M.; DE CAPITANI, E.M. Environmental contamination and human exposure to lead in Brazil. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2005; v. 184, p. 59-96.

ROSALÉM, A. Associação entre fatores ambientais de exposição ao chumbo e plumbemia com abortamento espontâneo. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2004.

SANTOS FILHO, E. *et al.* Lead and mercury in the hair of children living in Cubatao in the Southeastern region of Brazil. *Rev Saude Publica*. 1993; v. 27, n. 2, p. 81-6.

SILVANY-NETO, A.M. *et al.* Repeated surveillance of lead poisoning among children. *Sci Total Environ*. 1989 Jan; v. 78, p. 179-86.

SILVANY-NETO, A.M. *et al.* Lead poisoning among children of Santo Amaro, Bahia, Brazil in 1980, 1985, and 1992. *Bull Pan Am Health Organ*. 1996; v. 30, n. 1, p. 51-62.

TAVARES, T. *et al.* Lead in hair of children exposed to gross environmental pollution. *J Environ Anal Chem*. 1989; v. 36, p. 221-30.

TRIVELATO, Gd.C. Os (des)caminhos e riscos do chumbo no Brasil. Estudo de caso: Análise sistêmica da gestão de riscos na reciclagem de baterias chumbo-ácido, 1976-2005. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2006.

WILHELM, M.; IDEL, H. Hair analysis in environmental medicine. *Zentralbl Hyg Umweltmed*. 1996; v. 198, n. 6, p. 485-501.

ZENTNER, L.E.; RONDO, P.H. Lead contamination among pregnant Brazilian women living near a lead smelter. *Int J Gynaecol Obstet*. 2004 Nov; v. 87, n. 2, p.147-8.