

Chumbo em alimentos produzidos no entorno de uma empresa recicladora de baterias no município de Bauru, estado de São Paulo, Brasil

Lead in food grown in the surroundings of a recycling battery company in the county of Bauru, state of São Paulo, Brazil

RIALA6/980

Isaura Akemi OKADA*, Maria Cristina DURAN*, Carmen Silvia KIRA*, Franca Durante de MAIO*¹, Alice Momoyo SAKUMA*, Paulo TIGLEA**, Maria de Lourdes S. PEREIRA***

* Endereço para correspondência: Instituto Adolfo Lutz – Seção de Equipamentos Especializados - Av. Dr. Arnaldo, 355 – Cerqueira César – São Paulo/SP - 01246-902 - fone: (0xx11) 3068-2923 - fax: (0xx11) 3062-5363
e-mail: alice@ial.sp.gov.br

**Instituto Adolfo Lutz – Diretoria de Serviço de Química Aplicada – Divisão de Bromatologia e Química

*** VISA/Bauru/ SP

Recebido: 28/01/2004 – Aceito para publicação: 26/10/2004

RESUMO

Uma empresa recicladora de baterias chumbo-ácido localizada no município de Bauru, Estado de São Paulo, contaminou o solo de chácaras e de conjuntos residenciais no seu entorno. A exposição ao chumbo pode ocorrer diretamente por inalação de material particulado emitido pelo processo industrial ou ingestão de poeira, água e alimentos produzidos em áreas contaminadas. Este estudo visou determinar as concentrações de chumbo em amostras de alimentos (hortaliças, raízes / tubérculos, frutas, ovos e leites) produzidos e consumidos em área situada ao redor da empresa, antes e após a remediação do solo. A primeira coleta foi realizada em 2002, após a interdição da empresa, e a segunda em 2003, após a remediação de algumas áreas. As determinações de Pb foram realizadas por espectrometria de absorção atômica com chama. Na primeira coleta, 39,3% das amostras analisadas apresentaram-se contaminadas e na segunda coleta 13,9%, sendo que o leite foi o alimento que apresentou maior porcentagem de amostras acima do limite estabelecido pela legislação em vigor. A redução da contaminação por chumbo nos alimentos da região foi observada após as intervenções realizadas no ambiente, com a retirada de camada de 5 cm do solo superficial. Nas áreas onde não foram implementadas ações corretivas, os níveis de chumbo nos alimentos permaneceram elevados, indicando a importância da continuidade do programa de monitorização da área.

Palavras-Chave. chumbo, alimentos, espectrometria de absorção atômica, contaminação ambiental, Bauru, remediação.

ABSTRACT

A recycling acid-lead battery company located in the county of Bauru, State of São Paulo, Brazil, contaminated the soil of country houses around it. Exposure to lead can directly occur by particulate material inhalation. Such particulate material is emitted by either industrial processes or ingestion of dust, water and food grown in contaminated areas. This study aimed at determining lead concentrations in food (herbs, roots / tubers, fruit, eggs, and milk) samples grown and consumed in the area around the company before and after the soil was remedied. The first collection was performed in 2002 after the company was debarred whereas the second, in 2003 after some areas were remedied. Lead determinations were carried out by flame atomic absorption spectrometry. In the first collection, 39.3% of the samples analyzed were contaminated whereas in the second collection, 13.9%, considering that milk showed the greatest percentage of samples above the limit established by the current legislation. The decrease in food contamination by lead in the region was observed after some environmental interventions such as the removal of a 5-cm layer of superficial soil. In areas where there were no corrective interventions, lead levels in food remained high, indicating how important it is to continue the area monitoring program.

Key Words. lead, food, flame atomic absorption spectrometry, environmental contamination, Bauru, remediation.

INTRODUÇÃO

Uma empresa recicladora de baterias com produção de lingotes de chumbo, localizada no município de Bauru, São Paulo, foi interditada no início de 2002 após a constatação de níveis elevados de chumbo no ar pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), com a finalidade de interromper a emissão de material particulado¹.

A exposição ao chumbo pode ocorrer diretamente por inalação de material particulado emitido pelo processo industrial ou por ressuspensão após a deposição no solo, ou ainda, por ingestão de poeira doméstica, água e alimentos de origem animal e vegetal produzido em locais próximos à fonte poluidora.

O chumbo é um metal altamente tóxico e apresenta efeito cumulativo. Este elemento interage com uma série de enzimas e sistemas fisiológicos, causando danos à saúde humana, com efeitos sobre a síntese do heme e possibilidade de causar danos aos sistemas nervoso central e periférico. As crianças são as mais susceptíveis à contaminação, devido à sua maior capacidade de absorção e também às diferenças de hábitos em relação aos adultos, como o de brincar na terra e levar constantemente a mão à boca, entre outros. Conseqüentemente, são mais pronunciados os efeitos adversos em crianças, do ponto de vista neurológico, provocando retardo no desenvolvimento psicomotor, diminuição da capacidade de audição e do quociente de inteligência, mesmo quando essa contaminação é traduzida por baixas concentrações de chumbo no sangue, em níveis de traços^{2, 3, 4}.

Diversos casos de contaminação têm sido relatados em todo o mundo, envolvendo processos de mineração, refino e uso de gasolina aditivada com chumbo tetraetila, os quais provocam a dispersão de chumbo no ambiente, podendo entrar na cadeia alimentar pela contaminação da água, alimentos de origem vegetal e animal⁵.

Na Europa, vários países industrializados avaliaram a questão da contaminação ambiental pelo chumbo com implicações ou riscos para a saúde humana, como na Rússia⁶, Alemanha⁷, França⁸ e Suécia⁹. Da mesma forma, o problema ocorreu na China¹⁰ e na Índia¹¹. Na África, o problema vem aumentando, passando a coexistir com outros problemas endêmicos de saúde.^{12, 13}

A Organização Mundial de Saúde e a Organização para Alimentação e Agricultura estabeleceram o valor da ingestão semanal provisória tolerável (PTWI) para chumbo de 25 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de peso corpóreo¹⁴, que representa a soma das contribuições de todas as fontes de contaminação.

O chumbo é um metal estável no solo, podendo permanecer na localidade por muitos anos e causar danos à saúde da população, mesmo depois de cessada a fonte de contaminação (Small citado por Chatterjee¹¹). O grau de contaminação dos alimentos por chumbo depende da forma química, solubilidade, reatividade, biodisponibilidade e da natureza do solo quanto às características de composição, como o conteúdo de matéria orgânica e pH. A capacidade de absorção

de um contaminante pelo alimento varia conforme as espécies e variedades dos vegetais ou animais¹⁵.

Para implantar medidas de gerenciamento da qualidade ambiental da área foram realizados estudos preliminares no solo, na água, no ar e em sedimentos pela CETESB. Os dados obtidos nessas amostras revelaram teores elevados de chumbo¹. Tendo em vista que no entorno da empresa localizam-se chácaras e conjuntos residenciais, onde são produzidos alimentos para consumo próprio, as autoridades sanitárias preocupadas com a possível contaminação da população residente na área, iniciaram a monitorização dos alimentos da região. A área no entorno da empresa recicladora, num raio de 1000 m, caracterizava-se ao norte por um loteamento residencial popular, medianamente ocupado com ruas sem pavimentação; a nordeste, por um loteamento praticamente desocupado, por chácaras de alto padrão atrás da empresa; e a oeste da fábrica por loteamento densamente habitado, com ruas asfaltadas. No loteamento residencial popular e nas chácaras são produzidos alimentos e criados animais para consumo próprio, sem o propósito de comercialização.

O presente trabalho visou determinar as concentrações de chumbo em amostras de alimentos produzidos em área situada ao redor da fábrica recicladora de baterias antes e após a remediação do solo, pois estes apresentam importância na alimentação da população residente próxima à empresa, com o objetivo de avaliar o impacto da remediação nos níveis de chumbo nos alimentos.

MATERIAL E MÉTODO

Amostragem e preparação das amostras

As amostras foram colhidas pelas autoridades sanitárias no entorno da empresa recicladora, num raio de 1000 m, nas chácaras e nos loteamentos residenciais onde são produzidos alimentos e criados animais para consumo próprio.

Foram analisadas 28 amostras na primeira coleta realizada em 2002, dois meses após a interdição da empresa, sendo: 3 frutas, 1 legume, 12 verduras, 3 raízes/tubérculos; 4 leites e 5 ovos.

Na segunda coleta, após a interdição da empresa e remediação de algumas áreas, foram analisadas 36 amostras: 1 fruta, 4 legumes, 7 raízes/tubérculos, 16 verduras, 5 leites e 3 ovos.

As amostras de frutas e hortaliças foram lavadas com água corrente para a retirada das partículas sólidas, da superfície simulando o procedimento usualmente adotado para a limpeza antes do preparo destes alimentos. Após a remoção das partes não comestíveis as amostras foram trituradas em multiprocessador, pesadas e analisadas em triplicata.

Metodologia Analítica

A concentração de chumbo foi determinada segundo o método da AOAC¹⁶. Pesaram-se 25 g da amostra

previamente homogeneizada, que em seguida foi seca em estufa e queimada em bico de Bunsen. Para a mineralização foi usada uma mufla com temperatura controlada a 450 °C. As cinzas foram dissolvidas em ácido clorídrico. O chumbo foi determinado após complexação com APDC (pirrolidina ditiocarbamato de amônio) e posterior extração com MIBC (metil isobutil cetona) por espectrometria de absorção atômica utilizando chama e corretor de deutério, nebulizador de pérola de impacto e lâmpada de cátodo oco de chumbo. O equipamento utilizado foi um espectrômetro de absorção atômica com corretor de deutério, modelo Analyst 100, marca Perkin Elmer.

O padrão de chumbo foi adquirido da Merck (Titrisol), específico para análise espectroscópica. Os reagentes utilizados eram próprios para análise de traços de metais. A água utilizada no estudo foi obtida pelo sistema de purificação e filtração (com resistividade de 18,2 M Ω .cm⁻¹).

Toda a vidraria foi previamente lavada com detergente neutro, enxaguada e mergulhada por 48 horas em solução de ácido nítrico a 20%, para a descontaminação. Em seguida foi enxaguada com água destilada e deionizada.

Validação da metodologia

Para garantir a confiabilidade dos resultados foram utilizados os materiais de referência certificados NIST SEM 1570a – Trace Elements in Spinach Leaves e leite em pó fornecido pelo Food Analysis Performance Assessment Scheme (FAPAS), cujos valores de referência são 0,20 mg.kg⁻¹ e 0,741 mg.kg⁻¹. As porcentagens de recuperação para o chumbo nas amostras certificadas foram 96% e 88%, respectivamente.

Os limites de detecção e quantificação obtidos foram 0,003 mg.kg⁻¹ e 0,01 mg.kg⁻¹, respectivamente e foram calculados de acordo com procedimentos descritos em BRASIL¹⁷.

RESULTADOS

As concentrações de chumbo obtidas nas amostras analisadas encontram-se na tabela 1.

DISCUSSÃO

Dos tipos de alimentos analisados, o leite foi o que apresentou a maior porcentagem de amostras insatisfatórias quando comparadas com a legislação em vigor¹⁸ que estabelece um limite máximo de 0,05 mg.kg⁻¹. Esses dados são preocupantes, pois esse alimento é consumido principalmente por crianças que ingerem uma maior quantidade desse produto, tornando a sua contribuição para o PTWI significativa. Na segunda coleta, apesar da empresa ter sido interdita há mais de 1 ano, os níveis de chumbo no leite permaneceram elevados, pois os locais de produção das amostras de leite não passaram pelo processo de remediação.

Na primeira coleta 60% das amostras de ovos apresentaram teores de chumbo acima do limite máximo permitido¹⁹ de 0,10 mg.kg⁻¹. Em 2003, apesar da redução de 27% no número de amostras insatisfatórias, esta situação ainda é preocupante devido à forma de criação das aves, que vivem soltas em contato direto com o solo e não são alimentadas com ração controlada.

Entre as hortaliças analisadas a que apresentou maior concentração de chumbo foi a mandioca, o que confirma os dados de Kubota citado por Piotrowska¹⁵, segundo os quais as raízes normalmente contêm níveis mais elevados de chumbo que as partes aéreas das plantas. A variação dos teores de chumbo entre as partes dos vegetais pode estar relacionada aos diferentes períodos de exposição.

Tabela 1. Concentração de chumbo nas amostras de alimentos na base úmida, das coletas realizadas em 2002 e 2003 (em mg.kg⁻¹).

Ano	2002				2003			
	Nº de amostras analisadas	Valor Máximo (mg.kg ⁻¹)	Valor Mínimo (mg.kg ⁻¹)	% amostras acima do limite	Nº de amostras analisadas	Valor Máximo (mg.kg ⁻¹)	Valor Mínimo (mg.kg ⁻¹)	% amostras acima do limite
Leite*	4	0,11	0,04	75	5	0,28	0,02	60
Ovos***	5	0,23	0,07	60	3	0,25	0,02	33,3
Verduras**	12	1,30	ND	16,7	16	0,19	0,02	0
Raízes/Tubérculos	3	3,80	0,18	66,7	7	1,45	0,01	14,3
Legumes**	1	-	ND	0	4	0,06	0,01	0
Frutas**	3	0,38	ND	33,3	1	0,01	-	0
Total	28	-	-	39,3	36	-	-	13,9

ND: abaixo do limite de quantificação do método: 0,01 mg.kg⁻¹

*Limite máximo permitido para chumbo em leite¹⁸: 0,05 mg.kg⁻¹

** Limite máximo permitido para chumbo em alimentos¹⁹: 0,50 mg.kg⁻¹

*** Limite máximo permitido para chumbo em ovos¹⁹: 0,10 mg.kg⁻¹

As verduras, de um modo geral, apresentaram concentração de chumbo baixa quando comparadas com o limite máximo permitido pela legislação específica (que no Brasil é de $0,50 \text{ mg.kg}^{-1}$), podendo ser consideradas próprias para o consumo na 1ª coleta, com exceção de duas amostras, uma de hortelã e outra de almeirão, que apresentaram teores de chumbo de $1,0$ e $1,3 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectivamente. Em 2003, na segunda etapa de avaliação, nenhuma verdura analisada neste estudo apresentou teor de chumbo acima do limite tolerado para este tipo de produto. Isso se deve, provavelmente, às atividades de remediação que ocorreram nas áreas residenciais, onde foi retirada uma camada de 5 cm de solo superficial das ruas, calçadas e quintais.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos indicaram que a presença de chumbo no solo ocasionou aumento nos níveis deste metal nos alimentos produzidos na localidade, e pode ter contribuído para a exposição humana ao chumbo.

A diminuição dos níveis de chumbo nos alimentos produzidos nas áreas onde ocorreram a remediação do solo foi indicativa de que essas ações corretivas contribuíram para a melhoria da qualidade ambiental.

Nas áreas onde essas ações não ocorreram, que incluem as propriedades com produção de leite e ovos, foi observado que os níveis de chumbo permaneceram acima do limite estabelecido pela legislação, mesmo após um ano da interdição da fonte de contaminação. Essas áreas permaneceram inadequadas para a produção de leite e ovos e de alimentos mais susceptíveis à absorção de chumbo, como as raízes e tubérculos.

Assim, é necessário que as medidas de remediação prossigam, bem como o programa de monitorização dos alimentos, com a finalidade de reduzir o risco potencial que permanece em alguns locais da área de estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe de Vigilância Sanitária de Bauru, responsável pela coleta de amostras.

REFERÊNCIAS

1. CETESB 2002 Avaliação confirmatória da contaminação ambiental na área de influência da indústria "Acumuladores Ajax Ltda – Recuperadora de Chumbo" em Bauru (SP). - Informação Técnica 018/ECC/EQ/ERQ/02 v. 1 – Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. 42 p.

2. WHO. World Health Organization. **IPCS. Environmental Health Criteria 165 – Inorganic Lead**. Geneva: WHO, 1995. 300p. Publish under the joint sponsorship of the United Nations Environmental Programme, The International Labour Organization and The World Health Organization.
3. Anku, V. D.; Harris, J. W. Peripheral neuropathy and lead poisoning in a child with sickle-cell anemia. **J. Pediatrics**, 85:337-40, 1974.
4. Erenberg, G.; Rinsler, S. S.; Fish, B. G. Lead neuropathy and sickle cell disease. **Pediatrics**, 54:438-41, 1974.
5. Paoliello, M. M. B. et al. Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil. **Environ. Research Section A** 88:120, 2002.
6. Snakin, V.V.; Prisyazhnaya, A.A. Lead contamination of environment in Russia. **Sci. Total Environ.**, 256:95-101, 2000.
7. Meyer, I.; Heinrich, J.; Lippold, U. Factors affecting lead, cadmium, and arsenic levels in house dust in a smelter town in Eastern Germany. **Environ. Res.**, 81:32-44, 1999.
8. Leroyer, A. et al. Environmental lead exposure in a population of children in Northern France: factors affecting lead burden. **Am. J. Ind. Med.**, 38:281-89, 2000.
9. Berlund, M. et al. Impact of soil and dust lead on children's blood lead in contaminated areas of Sweden. **Arch. Environ. Health**, 55:93-7, 2000.
10. Shen, X.M.; Wu, S. H.; Yan, C.H. Impacts of low-level lead exposure on development of children: recent studies in China. **Clin. Chim. Acta**, 313:217-20, 2001.
11. Chatterjee, A.; Banerjee, R.N. Determination of lead and other metals in a residential area of greater Calcutta. **Sci. Total Environ.**, 227:175-85, 1999.
12. Nriagu, J. O.; Blankson, M. L.; Ocran, K. Childhood lead poisoning in Africa: a growing public health problem. **Sci. Total Environ.**, 181:93-100, 1996.
13. Oyedele, D. J. et al. Lead contamination of soils and vegetation in the vicinity of a lead smelter in Nigeria. **Sci. Total Environ.**, 172:189-95, 1995.
14. WHO. World Health Organization, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **Evaluation of certain food additives and contaminants**. Geneva, 1993.
15. Piotrowska, M. et al. The spatial distribution of lead concentrations in the agricultural soils and main crop plants in Poland. **Sci. Tot. Environ.**, 158:147-155, 1994.
16. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed., Gaithersburg, Maryland, Chapter 9, p.16, 1995.
17. Brasil. INMETRO. Orientações sobre validação de métodos de ensaios químicos. DOC-CGCRE-008 – revisão 01- março 2003. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: junho de 2003.
18. Brasil. Ministério da Agricultura. Secretaria de Vigilância Sanitária (Leis, Decretos, etc. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos – DINAL -) Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de agosto de 1998.
19. Brasil, Secretaria de Vigilância Sanitária. Divisão Nacional de Alimentos (Leis, Decretos, etc. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos – DINAL -) Portaria nº 16 de 13 de março de 1990. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 de março de 1990.