

## Contaminação por hexaclorociclohexanos em área urbana da região Sudeste do Brasil\*

*Hexachlorocyclohexanes contamination in an urban area of South-Eastern Brazil*

*Rosália M. Oliveira, Ogenis M. Brilhante, Josino C. Moreira, Ary C. Miranda*

*Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública - Brasil (R.M.O., O.M.B.)*

*Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana da Escola Nacional de Saúde Pública - Brasil (J.C.M., A.C.M.)*

Uma fábrica para a produção do pesticida hexaclorociclohexano (HCH) técnico (mistura dos isômeros  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\sigma$ ), pertencente ao antigo Instituto de Malariologia, então Ministério da Educação e Saúde, localizada na Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, RJ, foi desativada em 1955. Parte da sua produção e de seus rejeitos, em muitas toneladas desta mistura, foram abandonadas no local. A ação dos ventos e chuvas, assim como a movimentação de aproximadamente mil pessoas, incluindo cerca de 400 crianças que lá residem, provocaram a disseminação deste agente. Amostras de sangue coletadas em moradores da área mostraram níveis de contaminação humana pelo isômero  $\beta$  elevados. As maiores concentrações (isômero  $\beta$ ) foram encontradas nas pessoas vivendo dentro de um raio de 100 m em torno dos escombros da fábrica. Amostras de solo e de pasto do local, coletadas em distâncias inferiores a 100 m das ruínas da antiga fábrica, apresentaram concentrações dos isômeros do HCH de milhares de ppb, evidenciando alta poluição ambiental.

*Poluição ambiental. Hexacloreto de benzeno. Resíduos de praguicidas, efeitos adversos.*

### Introdução

O hexaclorociclohexano (HCH), erroneamente denominado BHC, quando não purificado (grau técnico), consiste de uma mistura de uma série de isômeros em diferentes percentagens. A composição centesimal desta mistura é de 65 - 70% para o isômero  $\alpha$ , 7 - 10% para o isômero  $\beta$ , 14 - 15% para o isômero  $\gamma$ , 7% para o isômero  $\sigma$  e 1 - 2% para impurezas e subprodutos. Dentre esses compostos, somente o isômero  $\gamma$  (Lindano) possui propriedades inseticidas.

No homem, esses compostos podem ser identificados no sangue, no plasma, no soro, no tecido adiposo e no leite. No Brasil, o uso geral desse

pesticida foi proibido em 1985, ficando o mesmo restrito apenas a campanhas de saúde pública (Portaria do Ministério da Agricultura nº 329 de 2.9.1985).

Em 1989, após uma denúncia de comercialização ilegal desse pesticida em uma feira livre, no Município de Duque de Caxias, RJ, descobriu-se que o mesmo provinha de uma área denominada Cidade dos Meninos, localizada no citado município. Nessa localidade existia uma fábrica de HCH técnico pertencente ao Instituto de Malariologia que funcionou de 1950 a 1955, sendo então desativada. Com essa desativação, parte de sua produção e rejeitos foram abandonados no local, sem nenhuma proteção, sendo dispersa e posteriormente utilizada

\* Baseado na Dissertação de Mestrado, subordinada ao título: "Estudo da contaminação do solo e pasto causada por hexaclorociclohexanos (HCH) na Cidade dos Meninos em Duque de Caxias, RJ", Escola Nacional de Saúde Pública, 1994.

Separatas/Reprints: Rosália M. de Oliveira - Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública/FIOCRUZ - Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - 21041-210 - Mangueiras - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Fax: (021) 280.8194  
Recebido em 29.7.1994. Aprovado em 12.4.1995.

por seus habitantes e invasores. Segundo denúncia dos moradores da área, a estrada que atravessa a região teria sido aterrada com o rejeito do HCH, ali abandonado. De acordo com estimativa do órgão ambiental estadual (FEEMA), cerca de 300 t de HCH ainda se encontram espalhadas no local até os dias de hoje.

A "Cidade dos Meninos" abrange uma área de 19.000.000 m<sup>2</sup> onde estão localizados abrigos para crianças carentes (Abrigo Cristo Redentor), os quais possuem hoje em dia cerca de 400 internos, alguns residentes há mais de 10 anos. A população residente, junto com a população flutuante dessa localidade, incluindo os funcionários dos abrigos, perfazem um contingente de aproximadamente mil indivíduos. Muitas dessas pessoas estão em contato permanente com o pesticida há mais de 30 anos. Culturas de subsistência tais como hortaliças, frutas, legumes (por exemplo o aipim) e criações de animais domésticos (gado de corte e leiteiro) são observadas, inclusive em área de contaminação elevada.

Um levantamento analítico preliminar, realizado em um segmento da população residente (31 moradores do local), relatado no presente trabalho, revelou elevada contaminação com teores séricos dos diversos isômeros do HCH, até 70 vezes superiores àqueles encontrados em populações não expostas.

Têm sido relatados níveis de isômeros de HCH em solo de várias regiões. Em certas áreas da Alemanha foram encontrados níveis de Lindano variando de 1 a 10 ppm em solos não agricultáveis. Contudo, em algumas áreas agrícolas foram encontradas concentrações de até 600 ppm (Fricke<sup>3</sup>, 1972). Na Ucrânia, 36 dentre 136 amostras de solo analisadas apresentaram níveis de Lindano variando entre 100 e 5.000 ppb (Izmerov<sup>5</sup>, 1983 e WHO<sup>7</sup>, 1991).

Estudos com pasto e forragem em geral, utilizados na alimentação de animais, mostraram que estes podiam conter níveis de concentrações importantes de pesticidas organoclorados tais como o HCH e o DDT (Gromová<sup>4</sup>, 1990).

O presente trabalho tem por objetivo relatar os níveis de contaminação superficial do solo e pasto por HCH da citada região e correlacionar preliminarmente os dados com os encontrados no soro de pessoas e crianças residentes na "Cidade dos Meninos".

## **Material e Método**

### **- Coleta e Preparação das Amostras**

Na Figura 1 é apresentado o plano geral uti-

lizado para a amostragem do solo e pasto do local estudado.

As amostras superficiais de solo, identificadas como P1...P27, foram coletadas a uma profundidade média de 10 cm em distâncias variando de 15 m a 2,5 Km, das ruínas da antiga fábrica, mencionada anteriormente.

Os métodos de coleta seguiram as normas utilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA<sup>2</sup>, 1979).

O solo controle, apresentando características físicas e químicas semelhantes ao solo da região em questão, foi coletado nas proximidades da Estrada do Alto da Boa Vista, a cerca de 50 km do sítio estudado.

Amostras de pasto, identificadas como V1...V5, constituídas de grama do tipo Pernambuco (*Paspalum sp*), foram coletadas também de acordo com as citadas normas.

As amostras de solo, depois de coletadas, foram postas para secar sobre papel laminado por 4 dias, à temperatura ambiente, e depois de tamizadas em uma peneira de 20 mesh, o material peneirado foi triturado em gral e guardado em vidro âmbar, especialmente preparado para este fim, e estocado em freezer a -15° C.

As amostras de pasto também sofreram o mesmo processo de secagem que as de solo, sendo em seguida acondicionadas e estocadas da mesma forma.

Antes do processo de extração por solventes, essas amostras foram cortadas em pequenos pedaços e pesados.

### **- Extração por Solvente**

Um grama de solo, previamente seco, foi misturado com 1 g de sulfato de sódio anidro e submetido à extração em Soxhlet, com aproximadamente 150 ml de n-hexano (grau resíduo de pesticida), por 14 horas, a uma razão de extração de 6 ciclos (sifonados)/hora.

O extrato obtido foi concentrado a vácuo, em evaporador rotatório (temperatura do banho: 40°C; pressão: 400 mmHg), até um volume de aproximadamente 3 ml e posteriormente transferido quantitativamente, com auxílio de pequenas porções de n-hexano, para tubo calibrado de 3 ml. Em seguida, concentrado a 1 ml em corrente de nitrogênio e, por fim, avolumado a 3 ml com n-hexano.

### **- Análise Cromatográfica**

Os extratos foram analisados por cromatografia gasosa de alta resolução, usando um

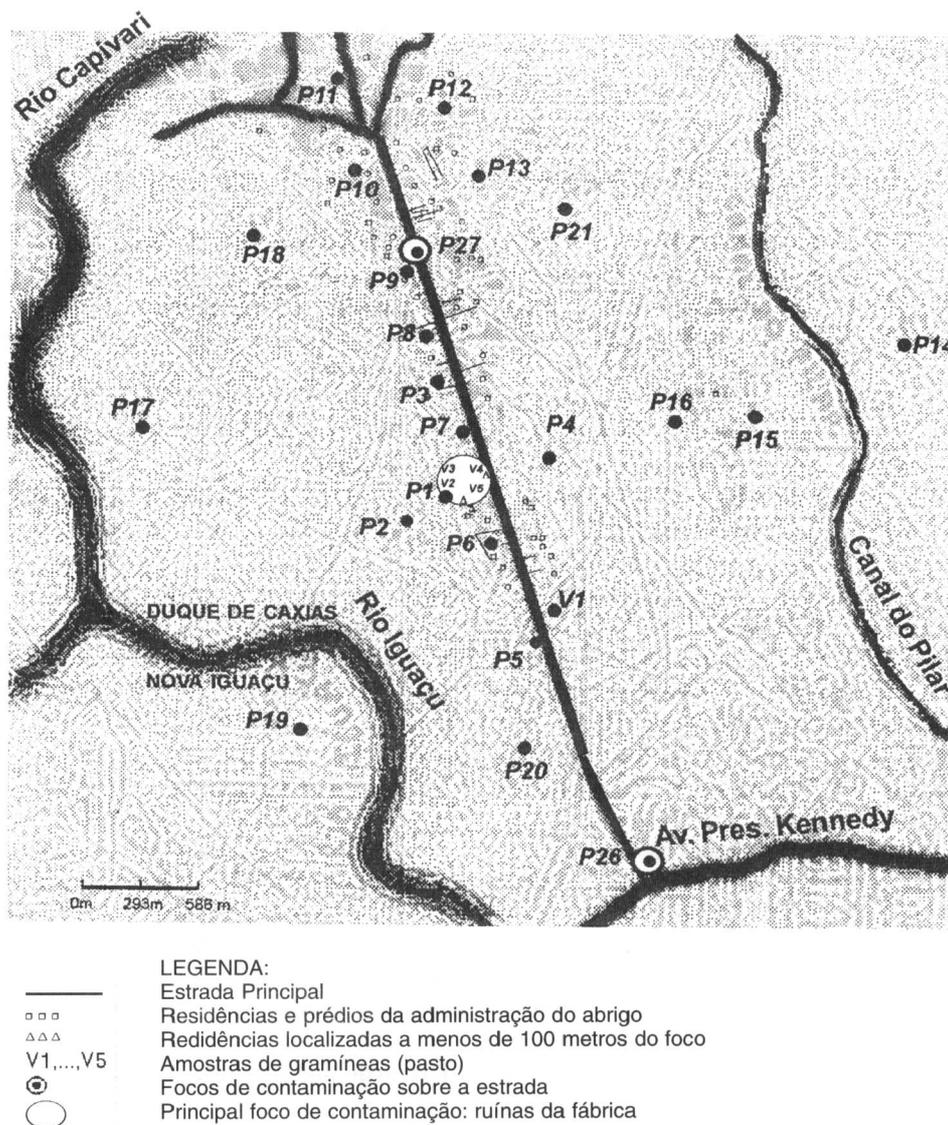


Figura 1: Plano de amostragem de solo e pasto na área da Cidade dos Meninos.

detector de captura de elétrons e uma coluna de sílica fundida, fase estacionária HP-5 (5% fenil/95% metilpolisiloxano), com 25 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno x 0,11 µm de espessura do filme da fase estacionária. Os seguintes parâmetros foram utilizados na análise cromatográfica: temperatura do forno, 100°C (2 min) - 8°C/min - 150°C (6 min) - 3°C/min - 160°C - 12°C/min - 280°C (10 min); temperatura do injetor, 250°C; temperatura do detector, 290°C; gás de arraste, hidrogênio ultra puro a um fluxo de 1 ml/min; gás de make up do detector, nitrogênio ultra puro a um fluxo de 60 ml/min; volume injetado de 1µl e técnica de injeção com divisão de amostra de 1:10.

## Resultados

Os testes de recuperação dos isômeros do HCH realizados em amostras enriquecidas, com os padrões destes isômeros, mostraram rendimento entre 85 - 90%, o que é compatível com estudos anteriormente relatados (Sherma e Beroza<sup>6</sup>, 1980).

Análises físicas e químicas realizadas em amostras de solo, nos perfis verticais da região de estudo, mostram que a mesma é dominada por sedimentos de baixada, aluvionais, onde ocorrem classes de solos tipo Cambissolo Plíntico, Gleis Húmicos, Podzólicos Vermelho-Amarelos e Planossolos.

O pH do solo da Cidade dos Meninos é ácido, variando de 4,6 a 4,8 e a concentração de matéria orgânica encontrada na camada superficial do solo variou de 0,24 a 10,27%, com uma média de 2,8%.

Os teores dos diferentes isômeros do HCH encontrados nas amostras superficiais de solo são mostrados nas Figuras 2 e 3.

Os resultados obtidos na análise das amostras de pasto, que serve de alimento para o gado da região, são mostrados na Figura 4.

### Discussão

Os resultados da poluição superficial do solo por HCH, apresentados nas Figuras 2 e 3, mostram que para distâncias inferiores a 100 m, medidas a partir das ruínas da fábrica, as concentrações dos isômeros do HCH são muito elevadas; da ordem de milhares de ppb. Para distâncias superiores a 100 m (Fig. 3) quase todos os pontos apresentam concentrações inferiores a 100 ppb.

Dos três pontos que apresentam concentrações dos isômeros maiores que 100 ppb, dois estão localizados sobre a estrada principal que atravessa a área (P26 e P27) e um outro situado nas proximidades desta mesma estrada, porém em cota inferior (P4). As concentrações elevadas, encontradas nos pontos P26 e P27, confirmariam as afirmações de moradores da região que material contaminado

proveniente da área foco teria sido utilizado na terraplanagem da estrada. O alto teor residual de HCH, encontrado no perfil P4, pode ser explicado pelo arraste mecânico deste produto através da ação dos ventos e da chuva. Este último, favorecido pelo fato de estar situado numa cota inferior à da estrada aterrada com material contaminado.

Foi observada extensiva contaminação das amostras de pasto analisadas, com concentrações dos isômeros do HCH da ordem de milhares de ppb. Esses resultados não são surpreendentes uma vez que quatro dessas amostras foram coletadas dentro de um raio de 100 m das ruínas da antiga fábrica. Elevadas concentrações foram também encontradas na amostra VI, coletada a cerca de 1,1 km das ruínas da antiga fábrica. A proximidade do ponto de coleta desta amostra, com a estrada de terra (50 m), poderia explicar em parte esta forte contaminação. A grande superfície de contato da gramínea com o solo, uma vez que esta cresce praticamente rente a esse e a topografia plana da região que favorece grande exposição aos ventos, são fatores que podem contribuir para um maior depósito do produto na superfície da folha, ocasionando resultados mais elevados de concentrações de HCH.

Os valores extremamente elevados das concentrações dos isômeros  $\alpha$  para a amostra VI e  $\beta$  para a amostra V3 evidenciam um enriquecimento local destes isômeros através de processos ainda não completamente entendidos.

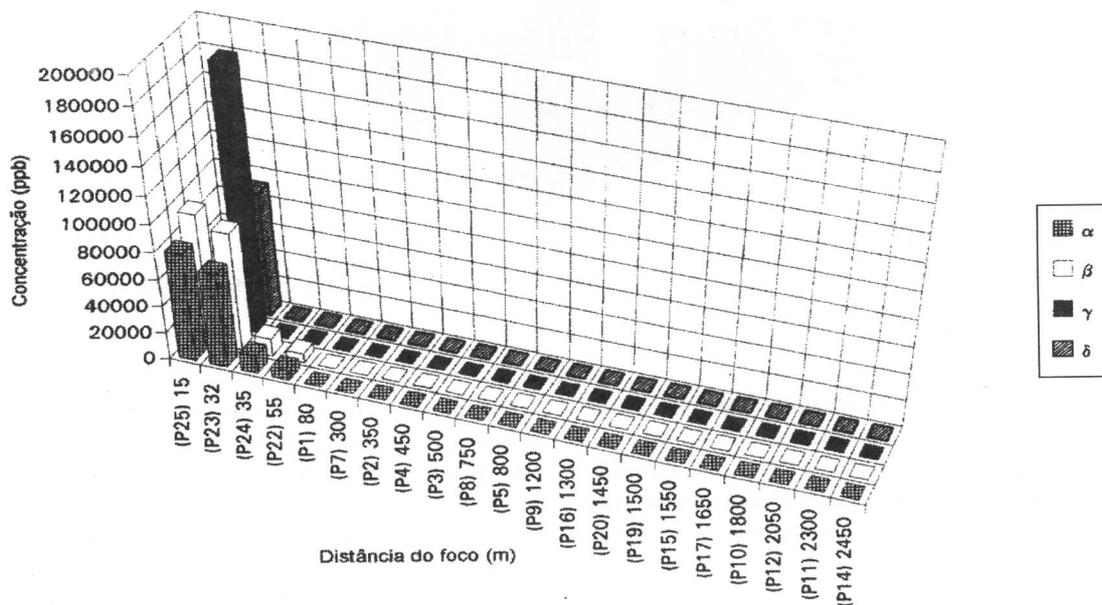
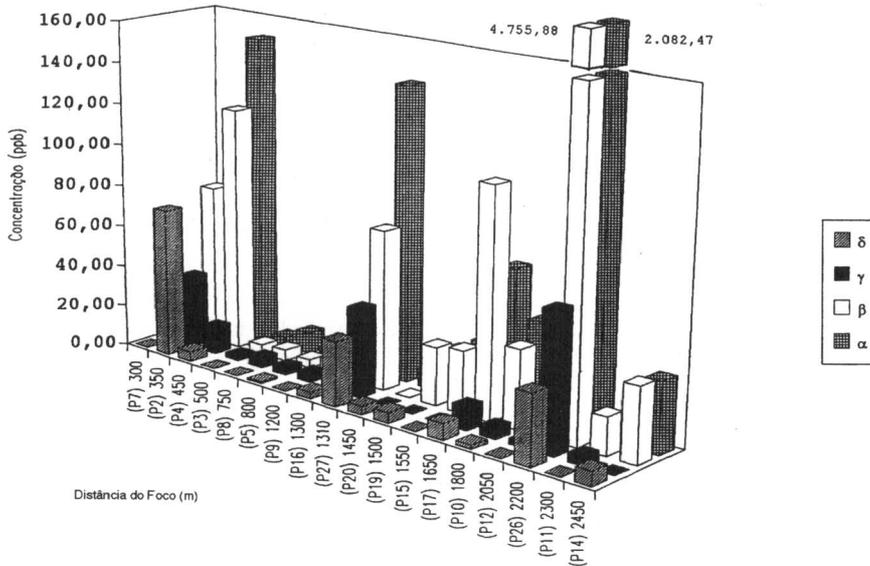
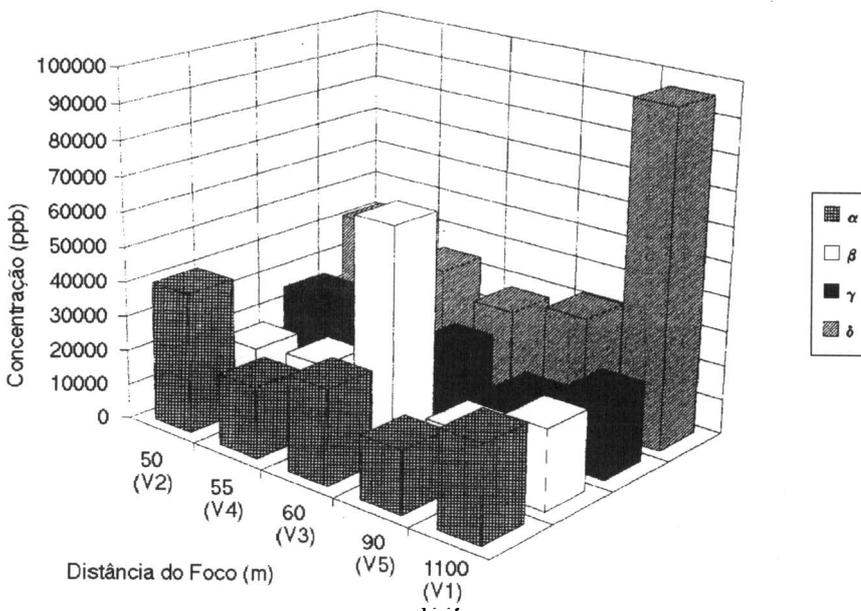


Figura 2 - Concentração dos isômeros do HCH encontradas nas amostras superficiais de solo versus distância do foco.



**Figura 3** - Concentração dos isômeros do HCH encontradas nas amostras superficiais de solo versus distâncias superiores a cem metros do foco.



**Figura 4** - Concentração dos isômeros do HCH encontradas nas amostras superficiais de solo versus distância do foco.

Os resultados obtidos na análise de amostras de soro sanguíneo de 31 pessoas residentes no local mostram que os maiores níveis de contaminação foram encontrados nas pessoas que vivem nas proximidades das ruínas da antiga fábrica. Embora este estudo não tenha conseguido associar estes resultados ao tempo de residência dessas pessoas na área, foi verificado que elas consumiram, sistematicamente, alimentos produzidos no local.

Resultados das análises de soro, realizadas em 186 crianças que residem na área poluída, evidenciaram segundo Braga<sup>1</sup>, a contaminação de cerca de 28% com relação ao isômero  $\beta$  (mais persistente). Este resultado evidencia, também que 72% das crianças não apresentaram nenhuma contaminação, embora o solo da área onde vivem apresente concentrações dos isômeros de HCH da ordem de dezenas de ppb.

## Conclusão

O presente trabalho mostrou que embora a poluição do HCH tenha se espalhado por uma grande extensão, três micro-áreas distintas podem ser identificadas: a área constituída pelos arredores das ruínas da antiga fábrica, com um raio de 100 m, apresentando concentrações de milhares de ppb; a estrada que atravessa a região de estudo, com concentrações de dezenas e centenas de ppb; e a área restante com concentrações de algumas dezenas de ppb para os isômeros  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\sigma$  e concentrações inferiores a 13 ppb para o isômero  $\gamma$ .

As altas concentrações encontradas para os quatro isômeros do HCH nas amostras de pasto evidenciam um risco considerável de exposição humana pela cadeia alimentar.

Os resultados obtidos com as análises de soro sanguíneo parecem indicar

que as crianças do grupo de estudo, residentes no Abrigo Cristo Redentor, têm maior probabilidade de exposição ao produto, mas que o risco não

é uniforme, apesar do presente trabalho ter demonstrado a presença de isômeros de HCH em todas as amostras de solo e pasto.

Com base nos presentes resultados pode-se levantar a hipótese de que os 28% de crianças cujas amostras de sangue apresentaram algum tipo de contaminação poderiam ter sido expostas a partir de contatos mais diretos com as duas áreas de maior poluição, identificadas neste trabalho, ou, ainda, pelo consumo sistemático de alimentos provenientes do local.

As mesmas hipóteses se aplicariam às pessoas do primeiro grupo que apresentaram concentrações de alguns dos isômeros de HCH bastante elevadas.

## Agradecimentos

Aos Doutores Francesco Palmieri e Osório Oscar M. da Fonseca, pesquisadores do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), EMBRAPA, RJ.

## Referências Bibliográficas

1. BRAGA, A.M.C.B. *Relatório das análises de soro de residentes na Cidade dos Meninos*. CESTEH/FIOCRUZ, 1990.
2. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília, 1979.
3. FRICKE, G. Contamination of soils with chlorinated hydrocarbon insecticides, comparizon of 1969 with 1972 (comunication 1, field vegetable growing). *Gesunde Plantz*, 24 (11): 177, 1972.
4. GROMOVA, V.S. Various principles of the formation of toxic gaseous pesticide degradation products in the soil. *Gig. sanit.*, 8: 22-5, 1990.
5. IZMEROV, N.F., ed. *Lindane*. Moscow, Centre of International Projects, 1983. (IRPTC - Scientific reviews of Soviet literature on toxicity and hazards of chemicals, nº 40).
6. SHERMA, J. & BEROZA, M. *Manual for analytical quality control for pesticides and related compounds in human and environmental samples*. Ottawa, Environmental Protection Agency, 1980.
7. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Lindane*. Geneve, 1991. (WHO-Environmental Health Criteria, 124).

## Abstract

A factory for producing the pesticide hexachlorocyclohexane (HCH) in its technical grade (mix of the  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , and  $\sigma$  isomers), that belonged to the former Institute of Malaria Sciences, then Ministry of Education and Health, located in the "Cidade dos Meninos", county of Duque de Caxias, State of Rio de Janeiro, was closed down in 1955. Part of its production and wastes - many tons this mix - were left behind on the site. The action of winds and rain as well as the movement of the local inhabitants - approximately 1,000 people, including 400 children, have caused the scattering of this agent. Blood specimens from the inhabitants showed high human contamination levels, with the highest concentrations ( $\beta$  isomers) being found in people living within a 100 meter radius of the ruin of the factory. Local soil and pasture samples taken at distances of less than 100 m from the ruin of the former factory showed HCH isomer concentrations of the order of thousands of ppb, thus providing evidence of high environmental contamination.

Environmental pollution. Benzene hexachloride. Pesticide residues, adverse effects.