



**RESÍDUOS INDUSTRIAIS E
MICRONUTRIENTES**

**Conselho Nacional de Meio
Ambiente**

São Paulo – Abril – 2009

ANO INTERNACIONAL DO PLANETA TERRA

GEOLOGIA MÉDICA, MAPEAMENTO GEOQUÍMICO E SAÚDE PÚBLICA

Bernardino R. Figueiredo

Instituto de Geociências – UNICAMP

Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM) - UNICAMP

berna@ige.unicamp.br





ANO INTERNACIONAL DO PLANETATERRA 2007 - 2009

OS 10 TEMAS DO ANO INTERNACIONAL

- 1. ÁGUA SUBTERRÂNEA - uso sustentável**
- 2. DESASTRES NATURAIS - minimizando riscos**
- 3. TERRA E SAÚDE – por um ambiente mais seguro**
- 4. CLIMA - o registro nas rochas**
- 5. RECURSOS - uso sustentável**
- 6. MEGACIDADES - construindo com mais segurança**
- 7. TERRA PROFUNDA - da crosta até o núcleo**
- 8. OCEANOS - a profundidade do tempo**
- 9. SOLOS - a pele viva da Terra**
- 10. TERRA E VIDA – origens da diversidade**

Geomedicina (século 20)

Disciplina que estuda a relação entre excesso e deficiência de alguns elementos químicos em áreas geográficas específicas e a situação de saúde das populações locais



Geologia Médica

www.medicalgeology.org

Área de pesquisa que se ocupa em desvendar as prováveis influências de fatores geológicos ambientais na qualidade da saúde humana e dos demais seres vivos

Geologia Médica

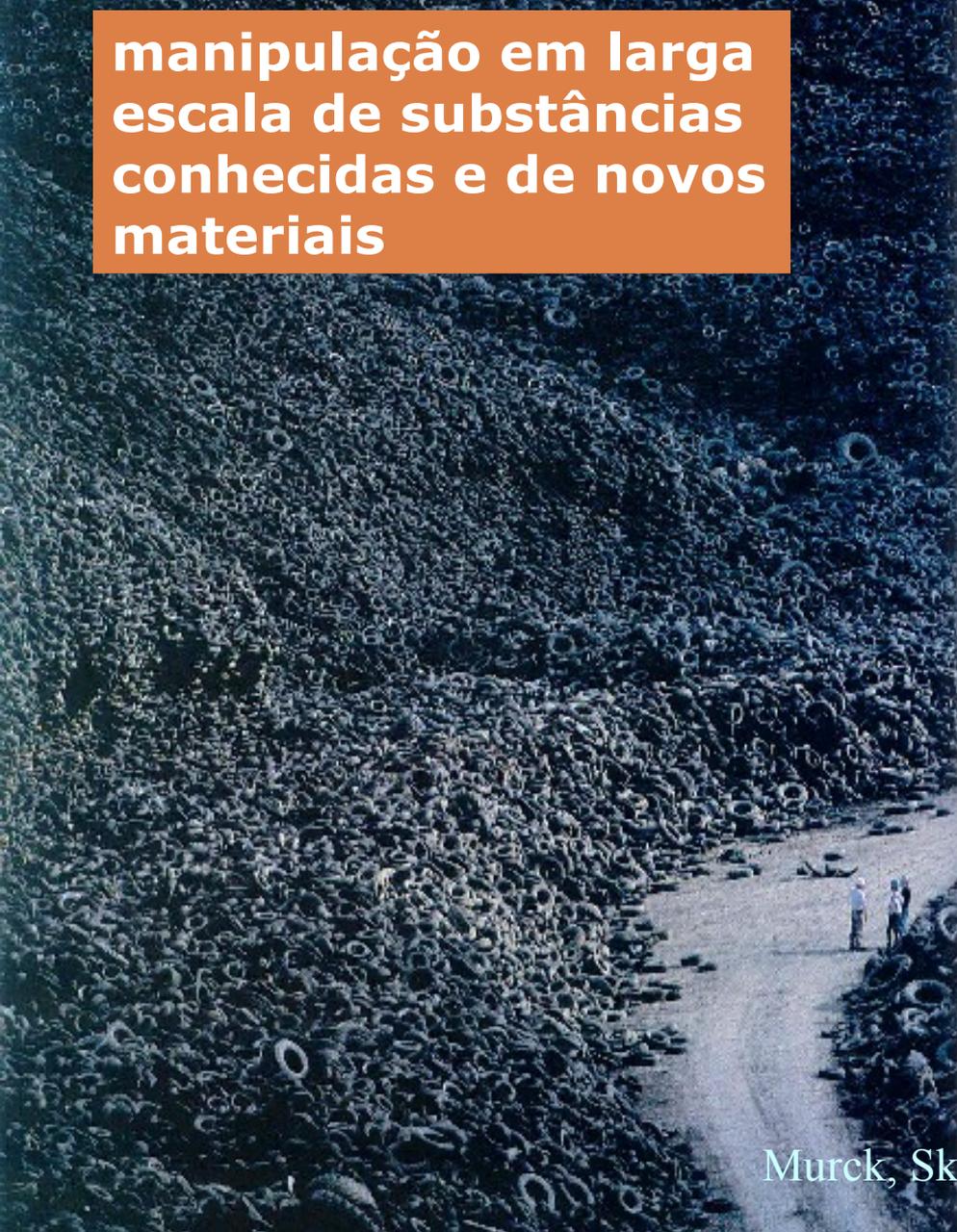
A geologia médica ocupa-se, por exemplo, do estudo de

- exposição ao excesso ou deficiência de elementos químicos e minerais (metais)
- inalação de poeiras minerais provenientes de emissões vulcânicas, desertos ou antrópicas
- exposição aos compostos orgânicos, radionuclídeos, micróbios e outros patógenos
- entre outros

Esclarece os efeitos adversos à saúde humana e também os efeitos benéficos advindos da exposição humana aos minerais, rochas, lamas, águas termais e outros materiais

A sociedade de risco

manipulação em larga escala de substâncias conhecidas e de novos materiais





**Sociedade de
Risco**



**New York
September, 11**

Fotos

Sara K. Schwittek

EFEITOS DAS QUEIMADAS

Sobrevôo 28set05 - 10:27 h
Foto 20050928A_077 - I. Foster Brown
Ponto 65 - Incêndio Ativo
Lat: 10,052° - Long: 67,043°
Rumo: 135
Orientação: Leste - E
Editada por: Giovano Domin

**Problemas
respiratórios**

**Problemas cárdio-
vasculares**

Hipertensão

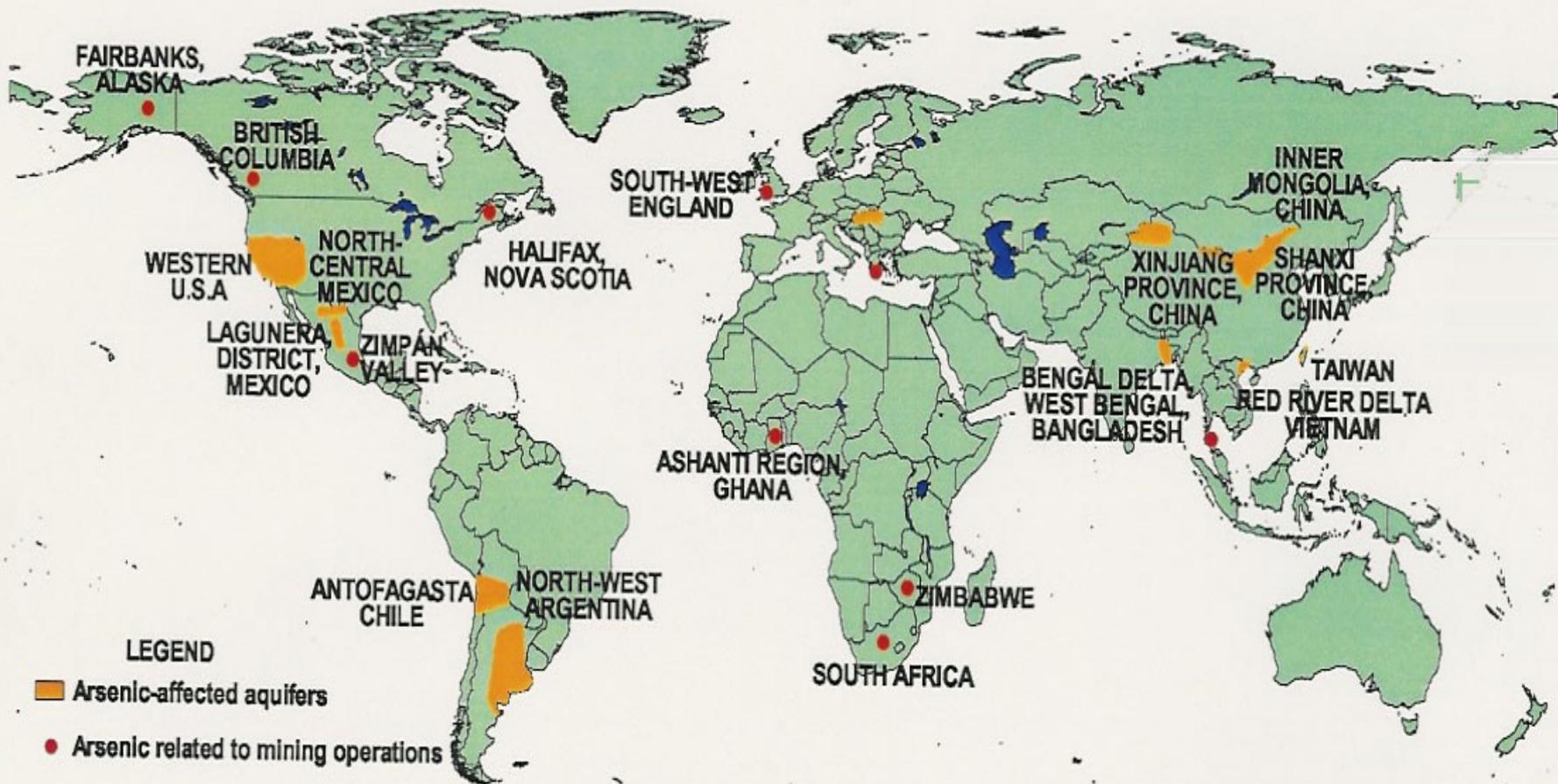




Top 20 Hazardous Substances from the 2003 CERCLA Priority List of Hazardous Substances

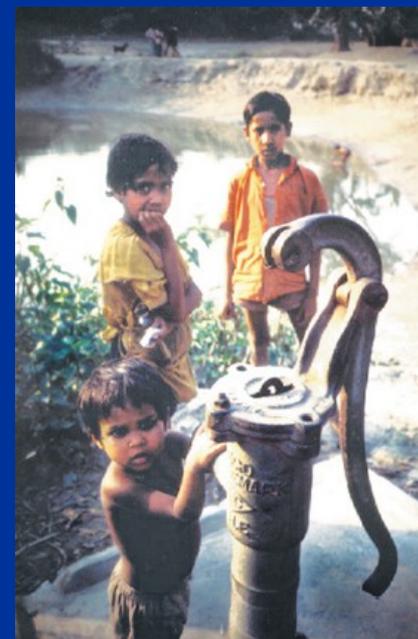
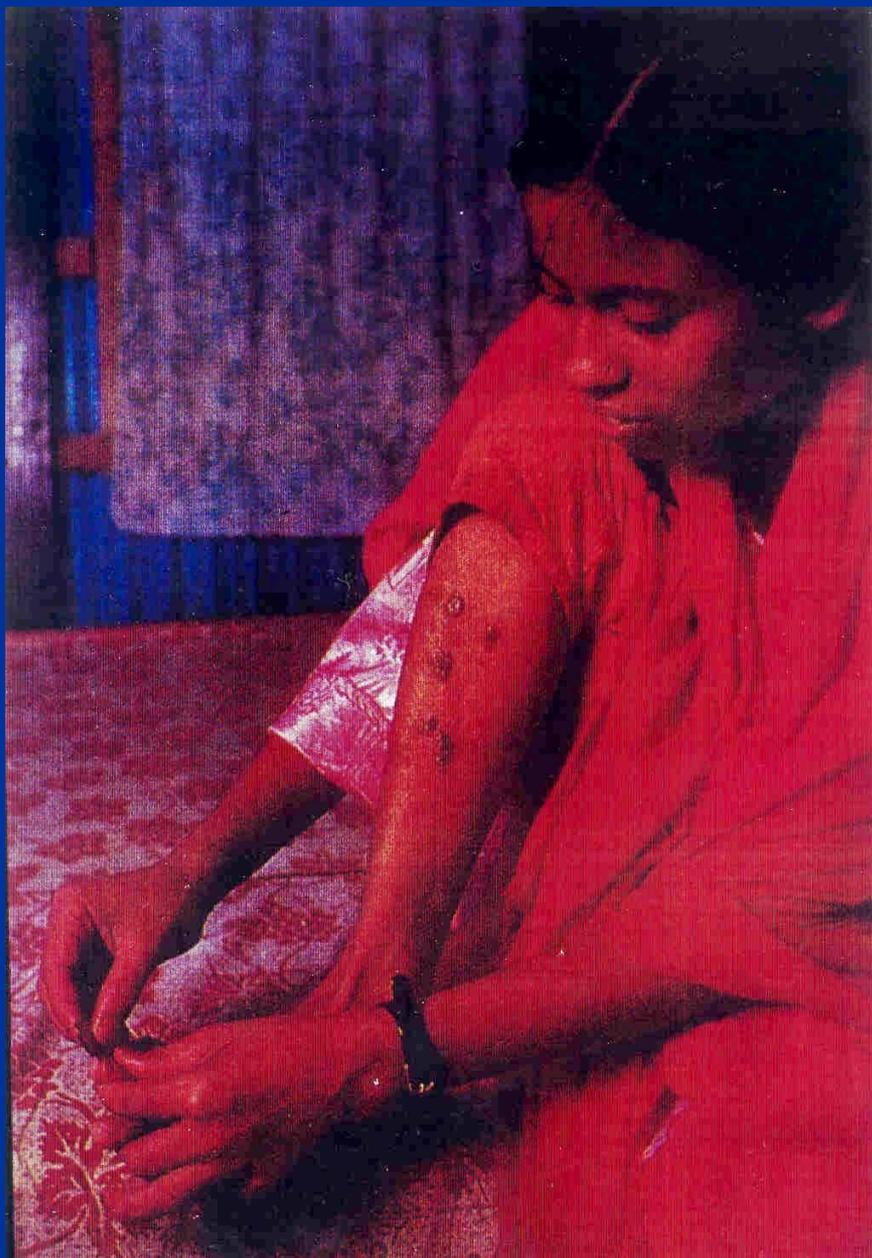
1	ARSENIC
2	LEAD
3	MERCURY
4	VINYL CHLORIDE
5	POLYCHLORINATED BIPHENYLS
6	BENZENE
7	CADMIUM
8	POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS
9	BENZO(A)PYRENE
10	BENZO(B)FLUORANTHENE
11	CHLOROFORM
12	DDT, P,P'
13	AROCLOR 1254
14	AROCLOR 1260
15	DIBENZO(A,H)ANTHRACENE
16	TRICHLOROETHYLENE
17	CHROMIUM, HEXA VALENT
18	DIELDRIN
19	PHOSPHORUS, WHITE
20	CHLORDANE

Contact information:



AMEAÇAS RELACIONADAS AO ARSÊNIO NO MUNDO

Excesso de arsênio em água



CONTAMINAÇÃO HUMANA POR ARSÊNIO BANGLADESH 1998

21 M pessoas expostas ao
consumo de água com mais de
50 μg As por litro (OMS – 10 $\mu\text{g}/\text{L}$)

BGS 1998

MAPEAMENTO GEOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO CHUMBO E ARSÊNIO



Serviço Geológico do Brasil

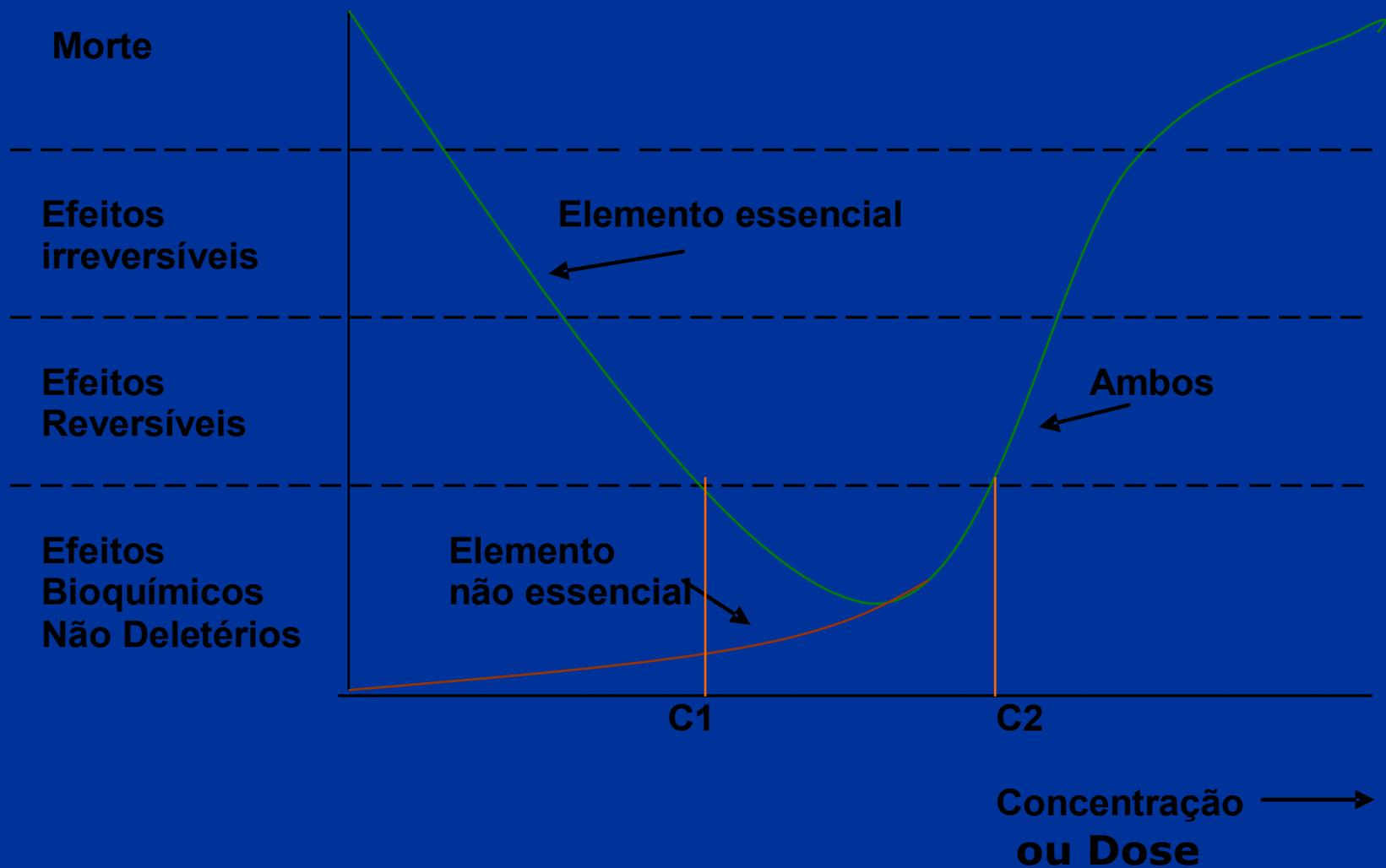
FAPESP – 2002-2005

PAISAGENS GEOQUÍMICAS E AMBIENTAIS DO VALE DO RIBEIRA - BRASIL

Arsenic in urine ($\mu\text{g/L}$) for different communities (2002-2003) in the Ribeira Valley

Locality	n	Mean	Minimum/Maximum	
Cerro Azul	156	3.86	1	34.12
Serra district Iporanga	175	8.90	1	62.54
Iporanga	108	8.35	1	33.49
Pilões	49	4.63	1	68.92
Castelhanos	54	9.48	1	60.32
São Pedro	51	11.35	1	76.19
Maria Rosa	26	2.24	1	24.34
Nhungara	22	6.98	1	36.55
Total	641			

Sakuma (2004); De Capitani et al. (2005)



Entre C1 e C2 ocorre atividade metabólica normal

Chumbo é um dos metais mais perigosos ao ambiente e à saúde humana

Reciclagem – 50% do consumo mundial

Input ao ambiente – 3,4 M t (2006, Mineral Commodity Summaries, USGS, 2007)

Dispersão – baterias industria e veículos, tintas, ligas e soldas, combustível, pesticidas, resíduos indústria e domésticos

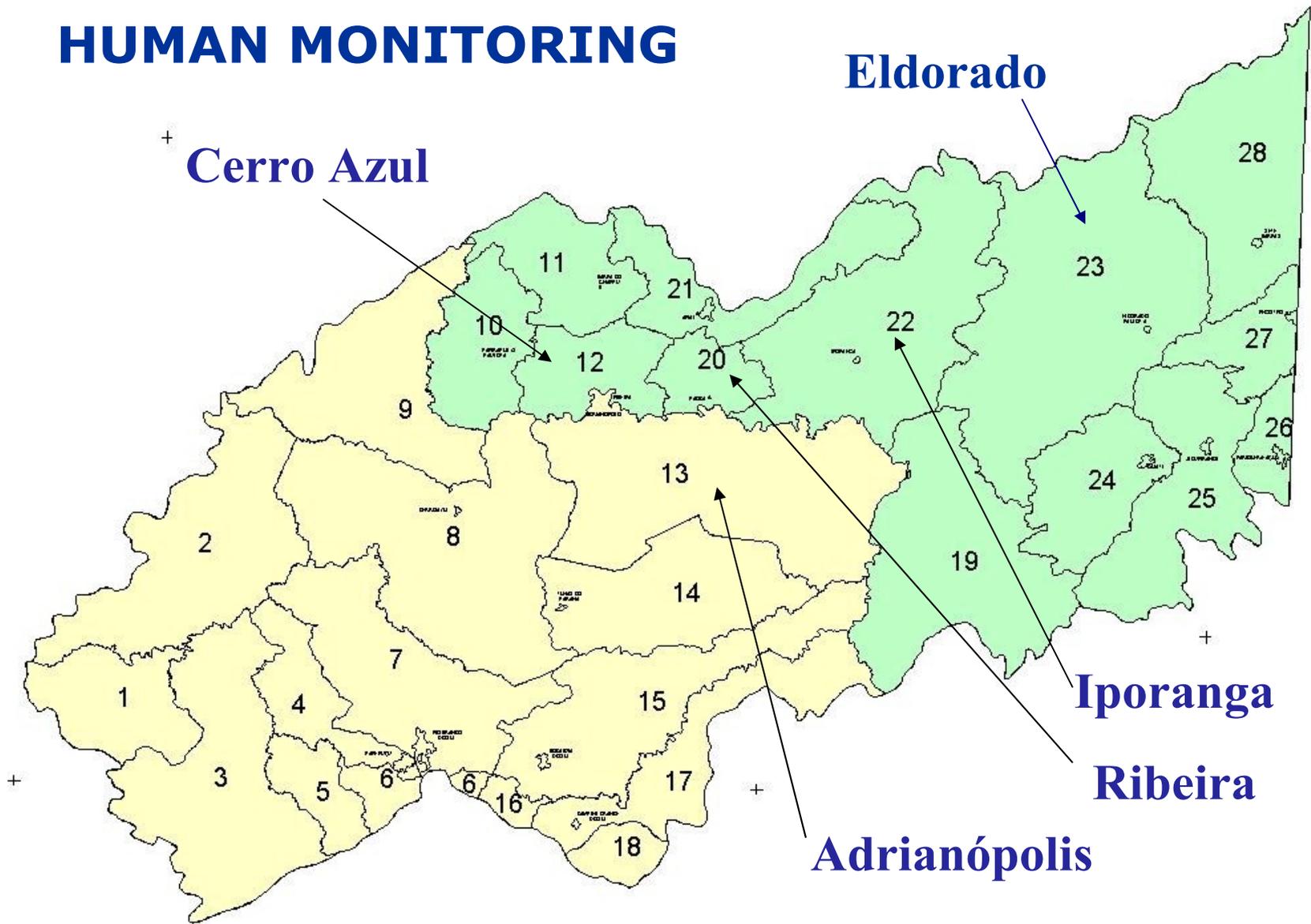
Efeitos de intoxicação – anemia, irritação gástrica, disfunções dos rins, fígado e coração, danos cerebrais e retardamento mental

ESTUDOS INTEGRADOS DO AMBIENTE E SAÚDE HUMANA EM ÁREAS CONTAMINADAS POR CHUMBO NO BRASIL



VALE DO RIBEIRA – SP E PR

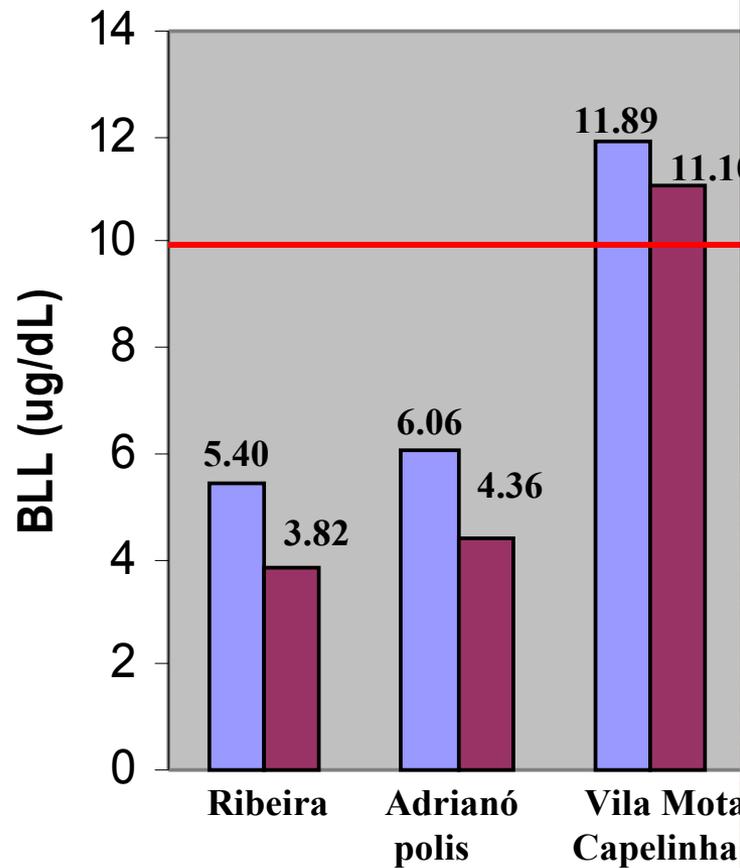
HUMAN MONITORING

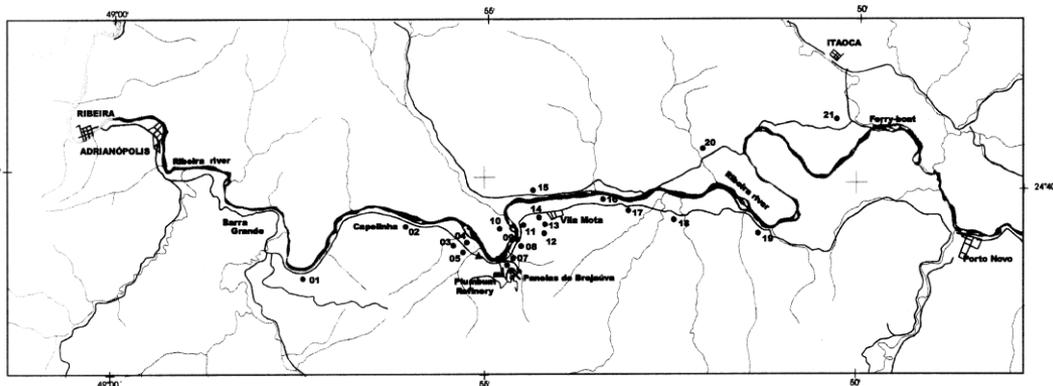


MUNICIPALITIES IN THE UPPER RIBEIRA VALLEY

ÁGUA – SEDIMENTO – SOLO – ALIMENTO

Mean blood lead level





- LEGEND**
- River and stream
 - Road unpaved
 - Mine
 - Soil sample
 - Residue piles

Sampling location

Scale: 1:100,000

Empresa Plumbum

VALE DO RIBEIRA - PR

1945-1995





AMOSTRAGEM DE ALIMENTOS E SOLOS SUPERFICIAIS

SOLO
(ppm)

100-1900
pH 5,9-6,7

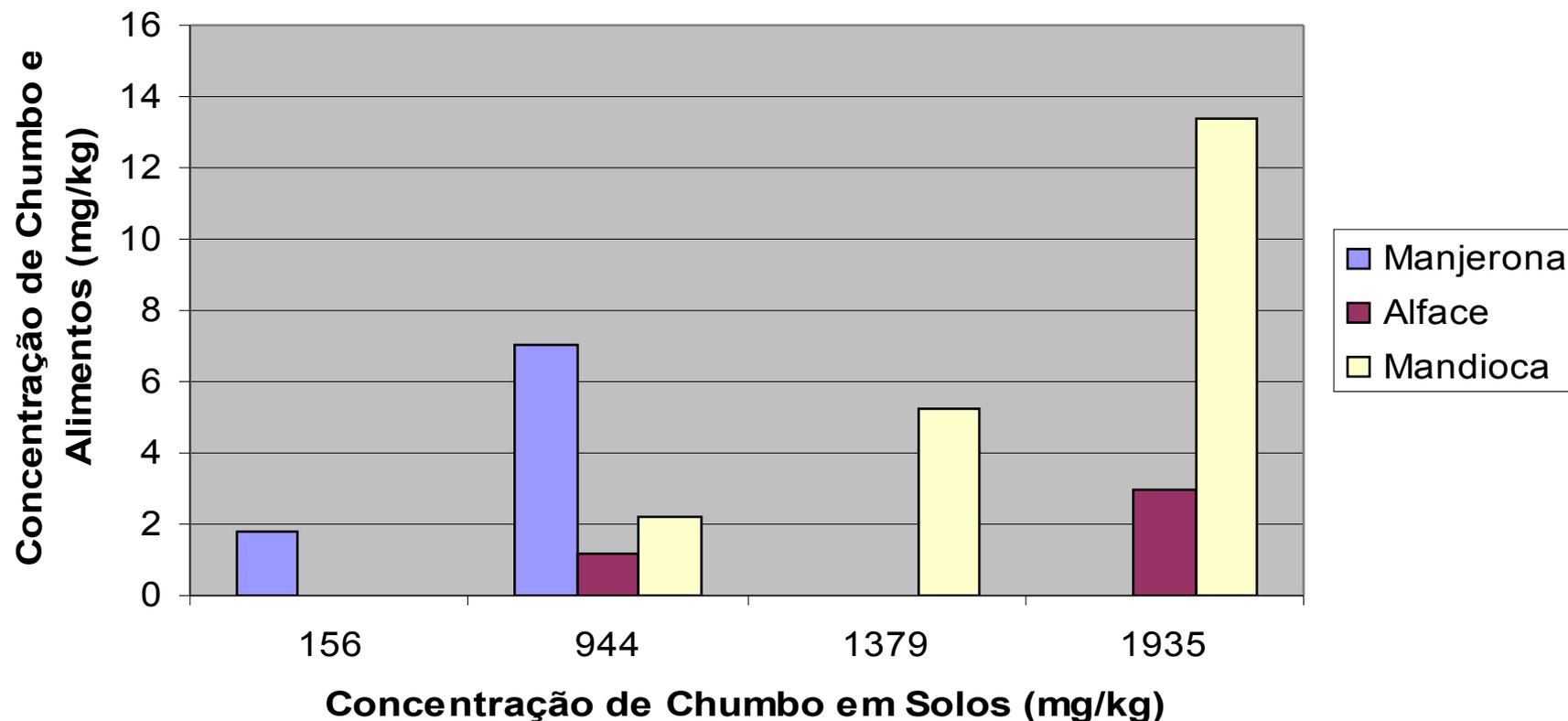
50 - 1500

		n	Valor Mínimo (mg/kg)	Valor Máximo (mg/kg)	Limite Máximo (mg/kg)
Vila Mota (Adrianópolis PR)	Milho	1	0,03	0,03	0,5*
	Leite	2	0,02	0,02	0,05**
	Ovo	2	0,18	0,2	0,1*
	Legume	5	0,58	13,38	0,5*
	Verdura	8	0,54	30,79	0,5*
Bairro da Serra (Iporanga SP)	Milho	2	0,02	0,03	0,5*
	Leite	1	0	0	0,05**
	Ovo	1	0,07	0,07	0,1*

***Portaria nº16 de 15/03/1990 da SVS e MS, Brasil**

****Portaria nº 685 de 27/08/1998 da SVS e MS, Brasil**

Concentração de Chumbo em Alimentos vs Concentração de chumbo em Solos



Concentrações de Pb em mg/Kg (limite máximo de tolerância)

Ovo = 0,2 (0,1); alface = 1,2-3,0; alfavaca = 0,8-30,1; couve = 0,6; manjerona = 1,8-7,0; cenoura = 0,6; rabanete = 1,6 (0,5); mandioca = 2,2-13,4 (0,5)

SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO BA – 1960-1993



**FÁBRICA DA AJAX –
BAURU – SP
1974-2002**

Adrianópolis, Bauru e Santo Amaro

	Adrianópolis 1999-2001 n = 94 (7-14 anos)	Bauru 2002 n = 850 (0-12 anos)	Santo Amaro 1980 n = 555 (1-9 anos)
PbB Médio ($\mu\text{g/dL}$) <i>CHUMBO EM SOLO</i>	11.9 <i>ALTO</i>	7.3 <i>BAIXO</i>	59.1 <i>MUITO ALTO</i>
PbB > 10 $\mu\text{g/dL}$	59.6 %	36.6 %	
PbB > 20 $\mu\text{g/dL}$	12.8 %	8.05 %	

Fontes: Paoliello et al. (2002, 2003), Cunha et al. (2005), Freitas et al. (2007), Carvalho (2003)

VALOR DAS PESQUISAS EM GEOLOGIA MÉDICA

- **Novos produtos e usos – patentes - empreendimentos nos setores de cosméticos e farmacêutico – geração de renda**
- **Prevenção a doenças – economia de recursos da sociedade no setor de saúde pública**

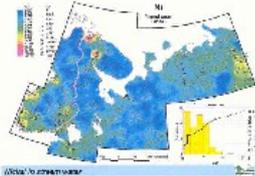
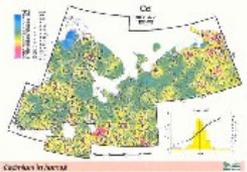
A IMPORTÂNCIA DO MAPEAMENTO GEOQUÍMICO

BARRENTS ECOGEOCHEMISTRY 1999-2003

Ecogeochemistry is the study of the composition, movement and regional distribution of chemical substances with both natural and anthropogenic origin in different compartments of the environment (e.g. plants, microorganisms, soil and surface waters).

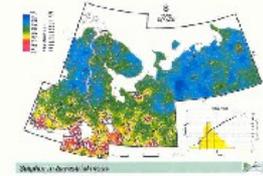
This unique geochemical baseline mapping project will provide a better understanding of the levels, sources, cycling and fate of chemical elements in the environment. More valuable information is got through the comparison between different sampling media and results from different chemical analytical techniques.

The project is carried out in 1999-2003 and is led by the Geological Survey of Finland.



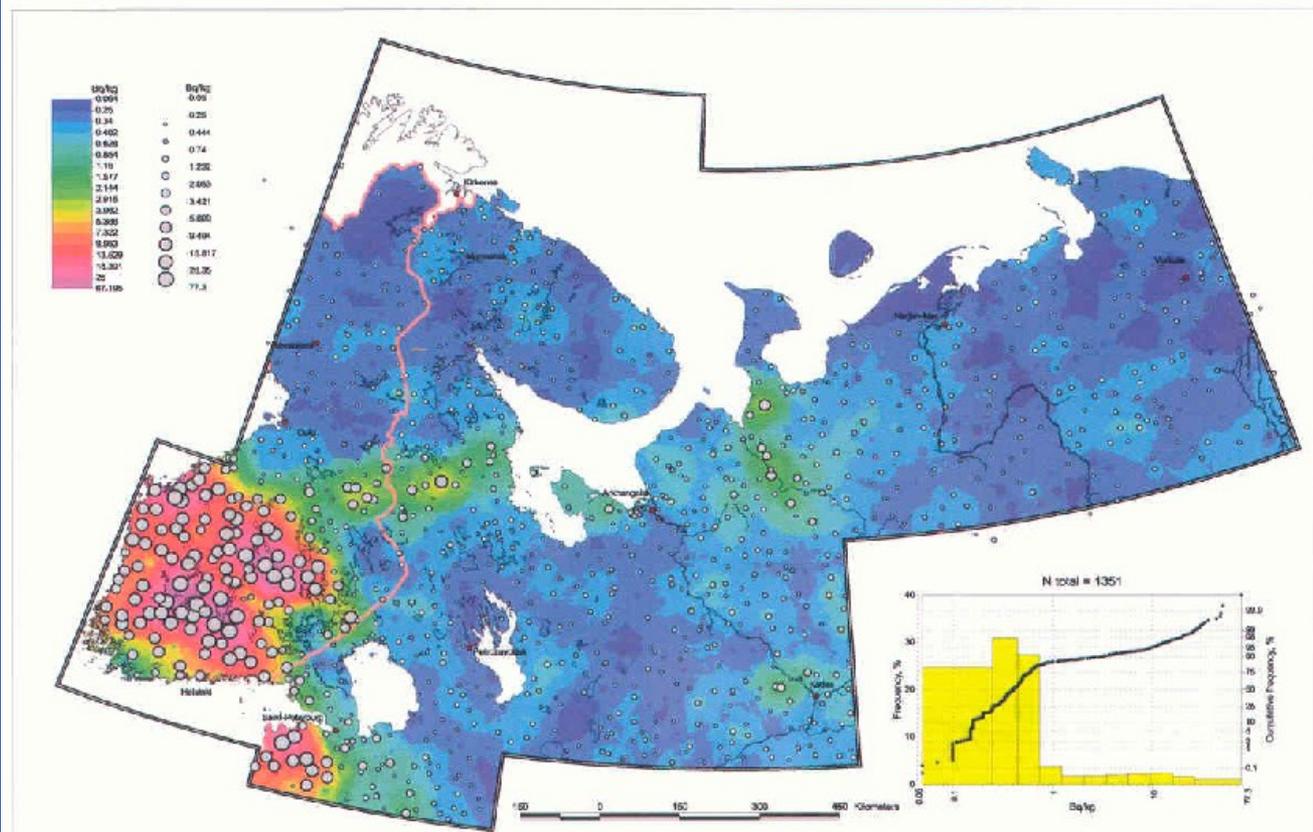
- It contains 641 items to be analyzed in the field:
- Soil
 - Stream water and sediments
 - Fossils
 - Plants

- As a basis for the interpretation of the results digital base maps for the following sampling media:
- Background geology
 - Quaternary sediments
 - Metamorphic rocks and deposits
 - Geomorphology
 - Microclimatology
 - Soil types
 - Morphology
 - Hydroclimatology
 - Vegetation atlas
 - Human activities



Main financiers:
 Ministry of Environment of Finland
 Ministry of Trade and Industry of Finland
 Ministry of Natural Resources of Russian Federation
 Geological surveys of Finland and Norway

GTK Geological Survey of Finland
 www.usf.fi/Barents



Cesium - 134 in humus

**1373 estações em
1.500.000 Km²
1/~1.100 Km²**

Amostragem

água superficial, musgo terrestre, solos orgânico e abiótico, água de chuva etc - >50 elementos, radionuclídeos, PAH's e PCB's



Deficiência de selênio em solo

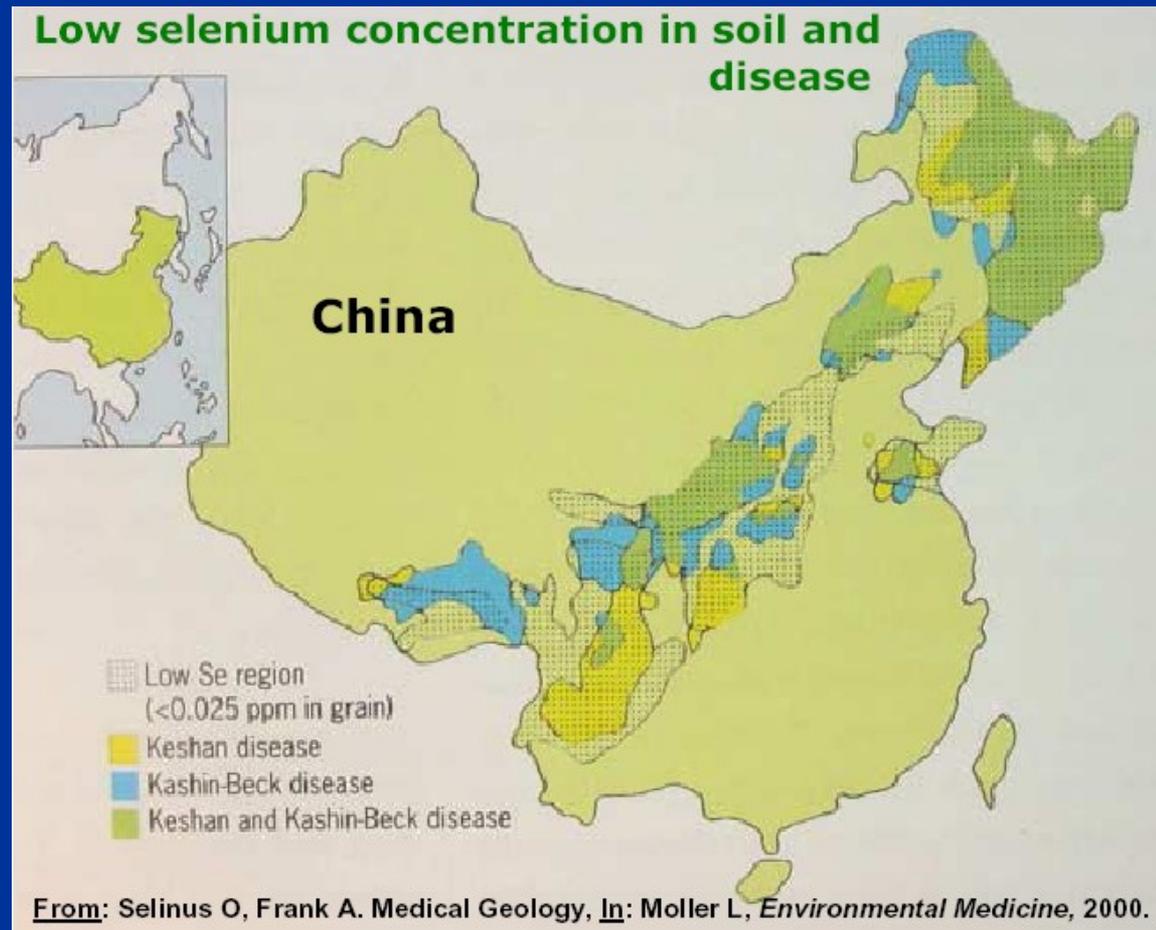
Integração de dados do meio físico e de saúde

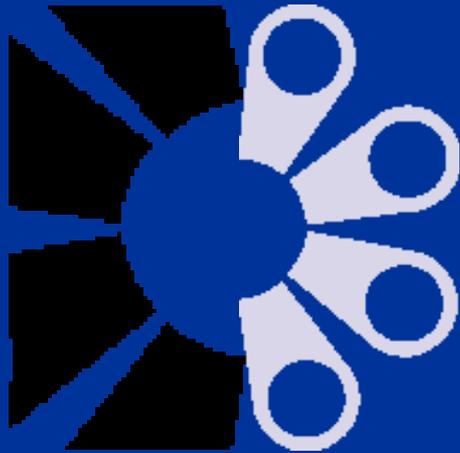
Kashin-Beck

distúrbio de formação óssea produzindo deformidades, edema de articulações, dor crônica, fraqueza generalizada

Keshan

doença do músculo cardíaco (miocardiopatia)





**SIMPÓSIO
CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA
GEOMEDICINA
IPPP – CURITIBA – BRASIL
Agosto 29, 2006**

**INSTITUTO PELÉ
PEQUENO
PRÍNCIPE**

MINEROPAR

**PROJETO DE
GEMEDICINA DO
PARANÁ**



Projeto de Geomedicina do Paraná

- Criação de um sistema de Web Mapping com informações sobre teores de elementos químicos e de substâncias encontradas no meio ambiente e efeitos na saúde humana, animal e vegetal.
- O estado paranaense possui as maiores taxas de câncer no córtex das glândulas supra-renais em crianças entre 0,8 e 3 anos.
- O objetivo de pesquisas conduzidas pelo Instituto é verificar se há e quais são as influências ambientais sobre a doença.

MINEROPAR - Levantamento Geoquímico Multielementar de Baixa Densidade do Estado do Paraná - de 1996 e do novo levantamento de 2007

<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=6>

MINEROPAR - Conteúdo - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço <http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=6>

Tipo de amostra	Quantidade de amostras	elementos analisados
Água	697	Ag, Al, B, Ba, Br, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, NO ₂ , NO ₃ , Ni, PO ₄ , Pb, SO ₄ , Sr, Tl, V, W, Zn
Sedimento ativo de drenagem	697	Ag, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn
Concentrado de bateia	697	Descrição mineralógica

Obs. Alguns elementos analisados apresentaram valores abaixo do limite de detecção.

Alíquotas das amostras: disponíveis alíquotas das amostras de sedimento e concentrado de bateia.

Global Geochemical Reference Network

As sub-células analíticas, dimensão 80 x 80 Km, representam amostras compostas pelos sedimentos ativos de drenagem das bacias compreendidas em cada uma das sub-células.

Localização das células secundárias - Estado do Paraná - Brasil

APLICAÇÕES

- Prospecção mineral
- Planejamento regional
- Identificação de passivos ambientais
- Zonas de risco à saúde pública
- Gerenciamento do meio físico

OUTRAS BASES DE DADOS – PROJETO DE GEOMEDICINA DO PARANÁ

2) Sistema Único de Saúde (DATASUS) - Taxa de mortalidade por residente em município do Paraná, em 2004.

<http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php>

3) Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) - IDH em 1991, IDH em 2000 e Taxa de mortalidade infantil em 2002.

<http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>

4) Jet Propulsion Laboratory (NASA) - Imagem satélite Web Map Service, de 2004.

<http://onearth.jpl.nasa.gov/>

5) IBGE - Municípios do Paraná em 2000

<http://www.ibge.gov.br/mapas/>

MERCÚRIO

Espécies mais tóxicas CH_3Hg^+ e $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$

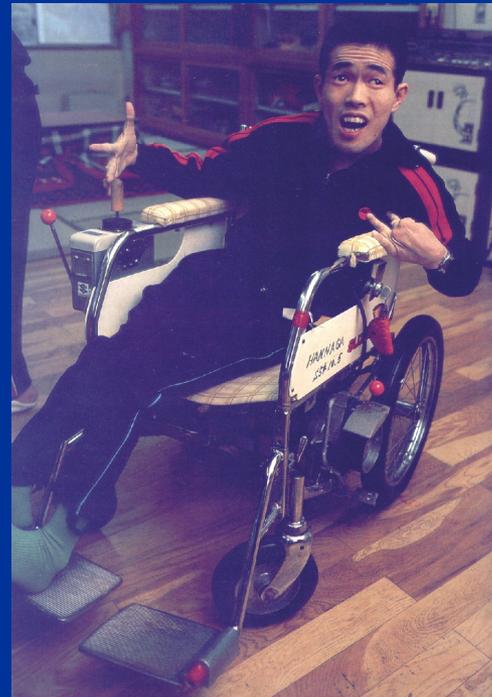
$\text{Hg}^0 \Rightarrow (\text{O}_2 + \text{ácidos orgânicos}) \Rightarrow \text{Hg}_2^+ \text{ (metano bactérias)} \Rightarrow \text{CH}_3\text{Hg}^+$

Vias de exposição

Inalação e alimento ($10^3 - 10^4$ x concentração na água)

EFEITOS

Febre, edema pulmonar, pneumonite, distúrbios emocionais, anorexia, irritabilidade, fotofobia, comprometimento da memória e da função cognitiva



Minamata
Japão
Década de
1950

Mercúrio no Rio Negro

(Jardim, W &
Fadini, P, Pesquisa
Fapesp, 2008)

Atividade industrial
e garimpeira
ausente

Água superficial
4,6-7,5 ng/L Hg
(3 a 4 vezes o
normal)

Atmosfera
1,3 ng/m³
(~1,6 em área
industrial)

Solo superficial
172 µg/kg Hg
(4 vezes o
normal)

Hg

Garimpos Tapajós Madeira



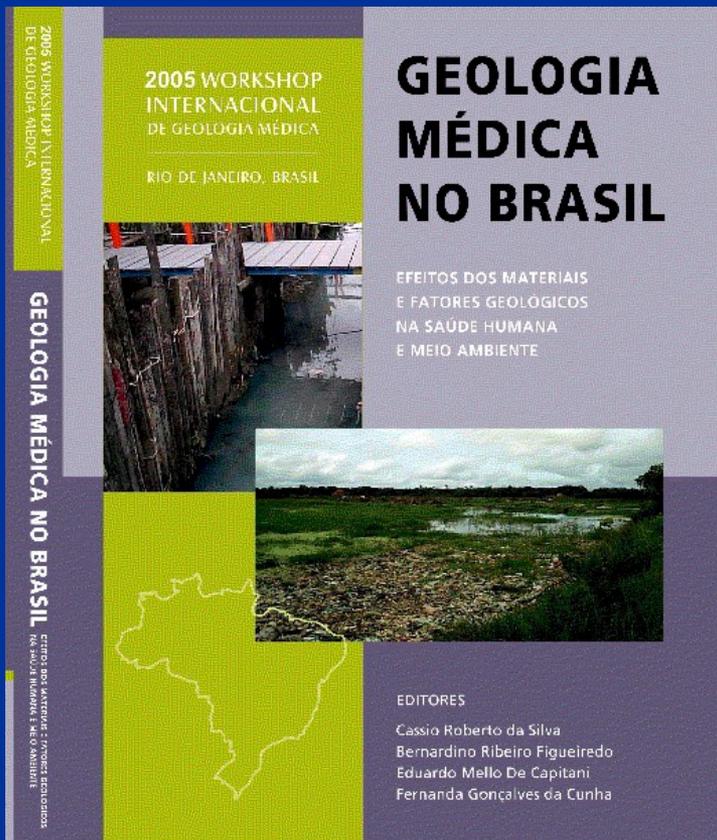
CONSIDERAÇÕES FINAIS



A GEOLOGIA MÉDICA É UMA ÁREA DE PESQUISA INTERDISCIPLINAR QUE SE OCUPA DAS PROVÁVEIS RELAÇÕES ENTRE FATORES NATURAIS E SAÚDE HUMANA FAZENDO USO DE VÁRIAS FERRAMENTAS DE TRABALHO

A GEOLOGIA MÉDICA REQUER O TRABALHO CONJUNTO DE GEOCIENTISTAS COM ESPECIALISTAS DE OUTRAS ÁREAS TAIS COMO: QUÍMICOS, BIÓLOGOS, ENGENHEIROS, GEÓGRAFOS, (ECO) TOXICOLOGISTAS, EPIDEMIOLOGISTAS, VETERINÁRIOS, DENTISTAS, CIENTISTAS SOCIAIS E OUTROS

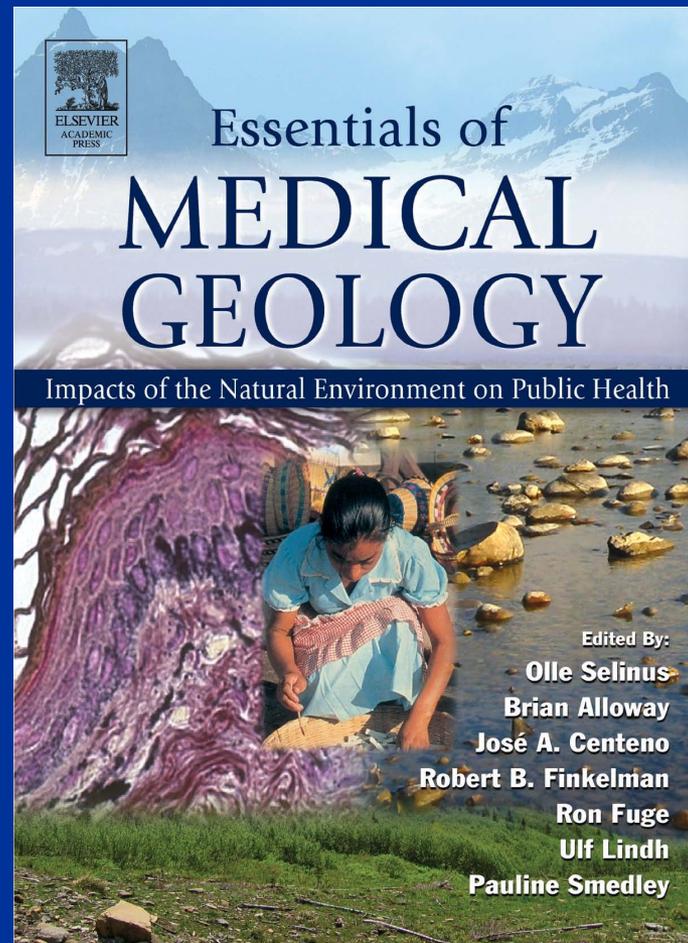
O MAPEAMENTO GEOQUÍMICO DE BAIXA DENSIDADE DO TERRITÓRIO É ÚTIL PARA VÁRIOS SETORES COMO A AGRICULTURA, GESTÃO DE ÁGUAS E SAÚDE PÚBLICA



2006, 270 p
CPRM/SGB, FAPERJ

Disponível on line
para down load

<http://www.cprm.gov.br/pgagem/inicio.htm>



www.medicalgeology.org



**ANO INTERNACIONAL
DO PLANETA TERRA
2007 - 2009**

berna@ige.unicamp.br

**OBRIGADO PELA
ATENÇÃO**