



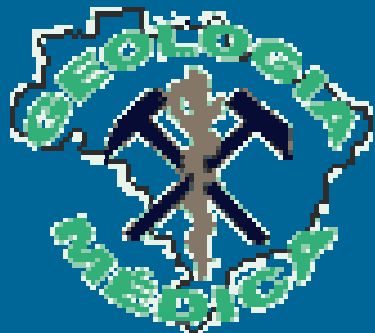
Serviço Geológico do Brasil

WORKSHOP DE GEOQUÍMICA AMBIENTAL E GEOLOGIA MÉDICA

Rio de Janeiro – 9-13 Junho de 2003

Bernardino R. Figueiredo – IG-Unicamp





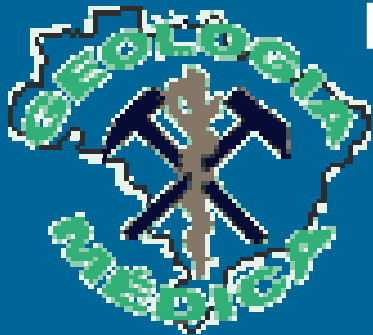
Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica PGAGEM

**Serviço Geológico do Brasil- CPRM,
Universidade de Campinas-UNICAMP
Universidade de São Paulo-USP
Universidade Federal do Pará-UFPA
Universidade Estadual de Londrina-UEL
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Universidade Federal de Ouro Preto-UFOP
Minerais do Paraná-MINEROPAR
CENPES
CNEN
Instituto Evandro Chagas – Ministério da Saúde
Instituto Adolfo Lutz – Secretaria da Saúde/SP
FIOCRUZ - Escola Nacional de Saúde Pública-ENSP**

DATAS/LOCAIS

**Setembro 2002
Outubro 2002**

**João Pessoa
Campinas**



**Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica
Ambiental e Geologia Médica
PGAGEM**

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

**Rede aberta de discussão via internet
de Geoquímica Ambiental e Geologia Médica**

REGAGEM

regagem@ige.unicamp.br - 280 pesquisadores



REDE DE PESQUISA

**ECONOMIA DE TEMPO + MULTIPLICAÇÃO DE
RECURSOS**

FAPESP
Genoma



Organization for
Nucleotide
Sequencing and
Analysis

REDE DE PESQUISA
ONSA

Programa Genoma-FAPESP

A pesquisa em genômica no país começou em maio de 1997, quando a FAPESP organizou a Rede ONSA, instituto virtual de genômica formado inicialmente por 30 laboratórios ligados a instituições de pesquisa do Estado de São Paulo. O projeto foi concluído em novembro de 1999 e o país entrou para a história pelo primeiro seqüenciamento de um fitopatógeno – um organismo causador de uma doença em uma planta de importância econômica.

O segundo projeto, o Genoma Cana, iniciado em 1998, identificou 50 mil genes da cana-de-açúcar adversas de clima e solo.

O projeto Genoma Humano do Câncer começou em abril de 1999 e conseguiu identificar, em menos de um ano, um milhão de seqüências de genes de tumores mais freqüentes no Brasil.



***PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS – IG
ESTUDOS AMBIENTAIS – 1993-2003***

LINHAS DE PESQUISA

GEOLOGIA ECONÔMICA E AMBIENTAL



**GEOQUÍMICA AMBIENTAL (MÉDICA) E
ANALÍTICA**

**Pesquisadores = BERNARDINO FIGUEIREDO, JACINTA
ENZWEILER, WANILSON SILVA, RÔMULO ANGÉLICA E
EDUARDO DE CAPITANI**

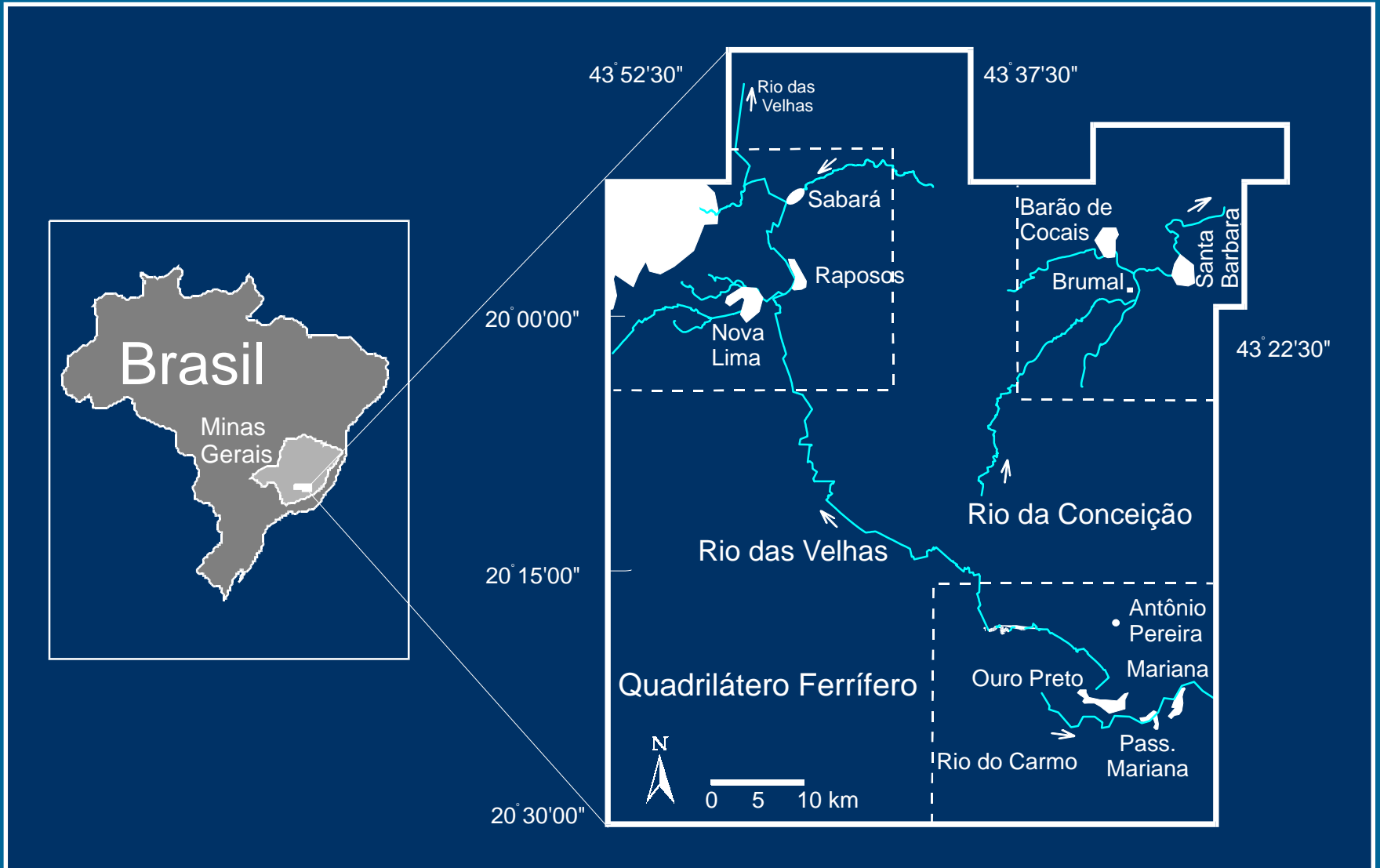
Mestres = 6

Doutores = 4

Mestrandos = 6

Doutorandos = 2

Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais





**41o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA
SETEMBRO 2002 - JOÃO PESSOA**

Distribuição e mobilidade de arsênio em sedimentos fluviais do Quadrilátero Ferrífero, MG-Brazil

**Ricardo P. Borba¹, Bernardino R. Figueiredo¹,
Barry Rawlins² e Jörg Matschullat³**

1 - Instituto de Geociências – UNICAMP

2 - British Geological Survey - INGLATERRA

3 - Technical University of Freiberg - ALEMANHA

Arsênio e Saúde Humana

Nos anos recentes muita atenção tem sido despendida ao As devido aos sérios problemas de contaminação ambiental e humana ocorridos na Índia e Bangladesh (18 milhões de pessoas expostas à contaminação) e Tailândia.

No Brasil a contaminação humana foi constatada em uma população de crianças de 7 a 12 anos, residentes no Quadrilátero Ferrífero: 22% da população analisada em 1998 apresentaram concentrações de As em urina superiores a 40 $\mu\text{g/L}$, para as quais efeitos adversos não podem ser excluídos.

A exposição ao As pode causar doenças como: câncer de pele, de pulmão, de próstata, de bexiga, de rim e de fígado; e outras patologias não cancerígenas.

Arsênio e Saúde Humana

As principais vias de contaminação humana por As são: (i) consumo de águas poluídas, (ii) inalação de gás arsina em fundições de metais não ferrosos e (iii) ingestão de solos contaminados.

Organização Mundial de Saúde E ms-Brasil recomendam 10 $\mu\text{g/L}$ As como limite máximo permitido em água potável.

Casos mais graves de contaminação de água subterrânea por As são devidos a fontes não pontuais como na Índia, Bangladesh, Tailândia, México, Chile e Argentina.

Principais Impactos da Indústria Mineral no Quadrilátero Ferrífero (MG) – Arsênio

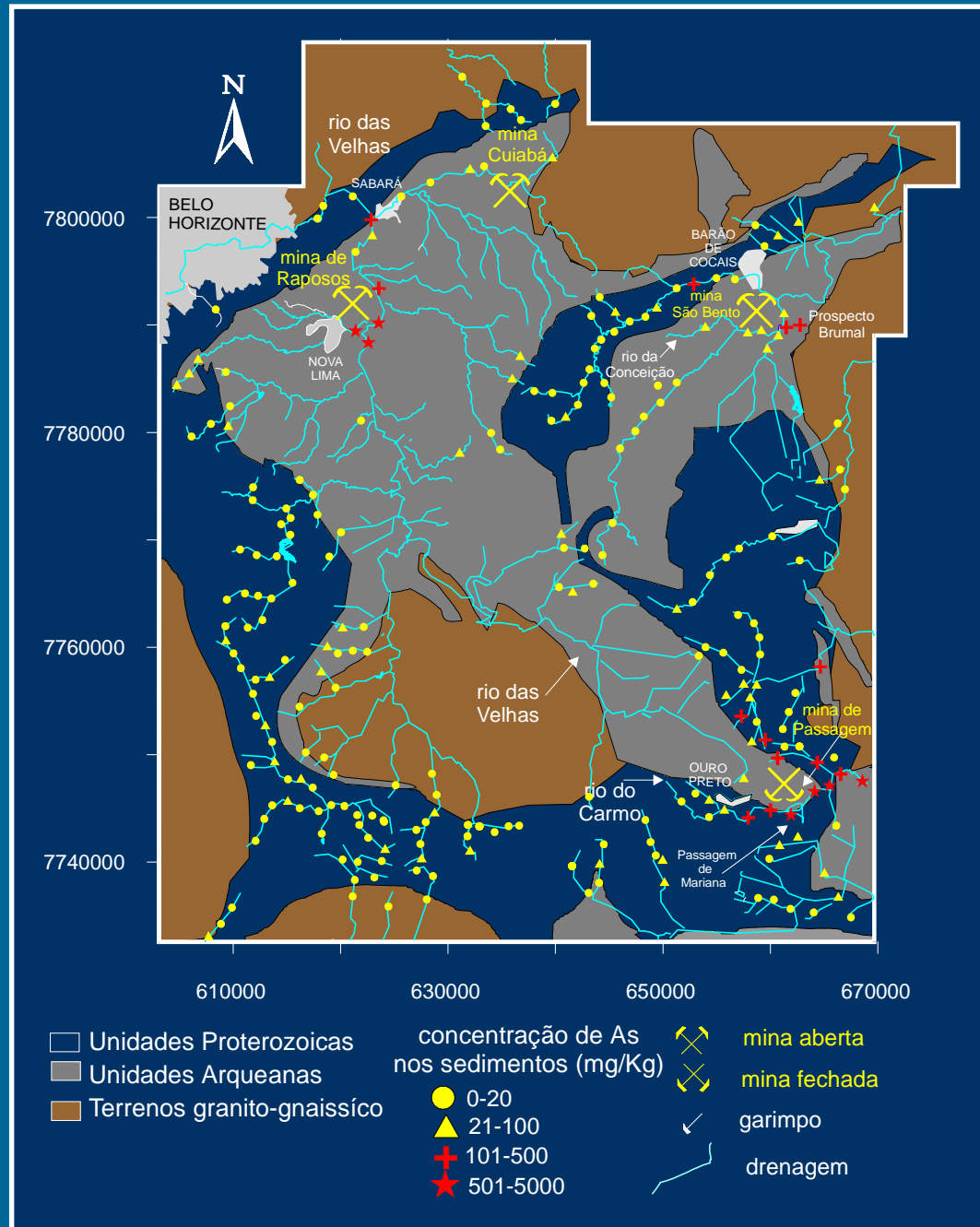
**Produção de ouro em mais de 300 anos ~
1300 t Au**



**Razão As/Au = 300-3000 - lançamento de
390.000 t de As em drenagens**

**Emissão de As para a atmosfera pelas
fábricas de óxido de As - contaminação de
solos e águas**



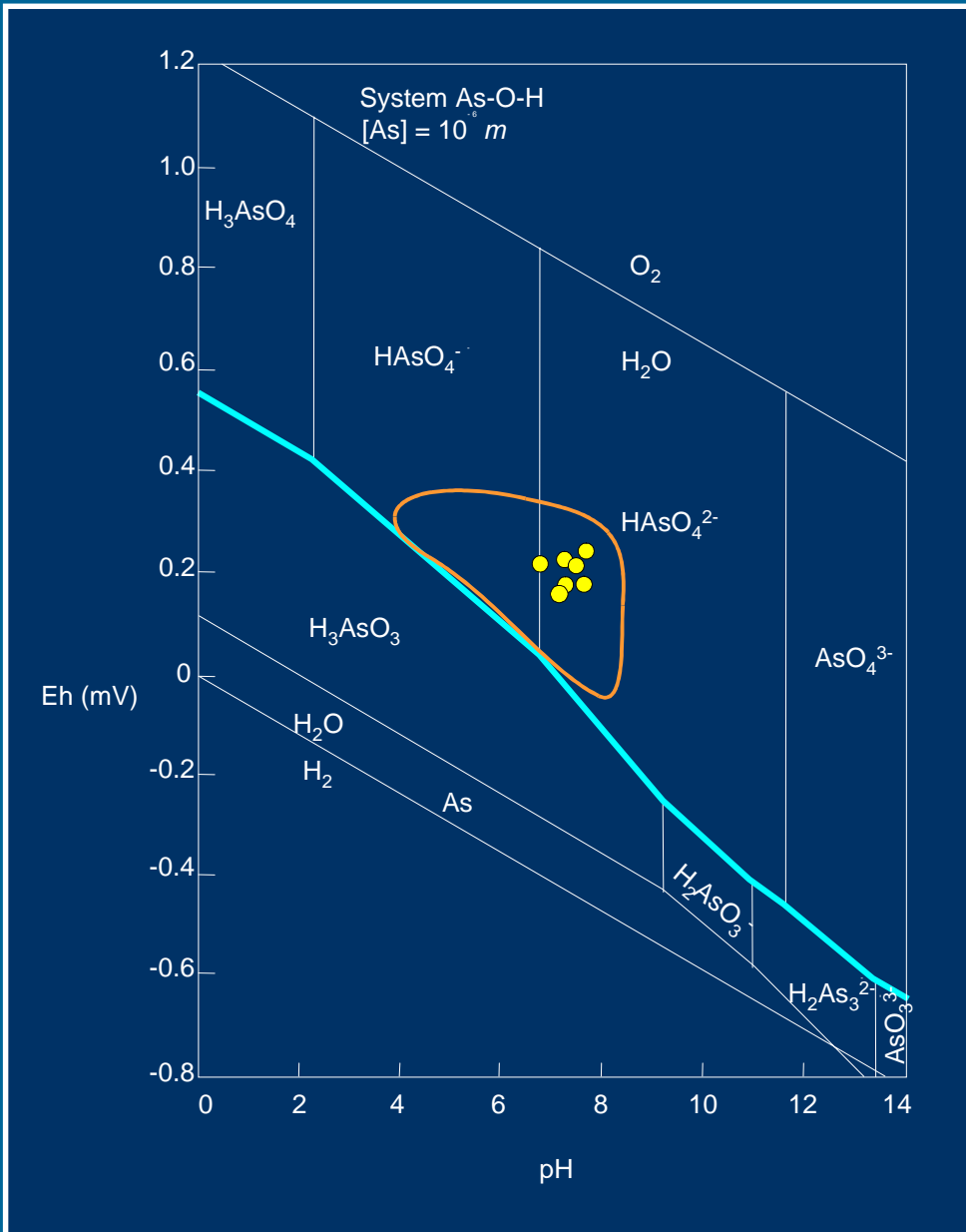


Arsênio em Águas Superficiais e Subterrâneas

| Bacia | Rio das Velhas | Rio do Carmo | | | Rio da Conceição | |
|----------------------------------|----------------|--------------|---------------|---------------------|------------------|------------|
| | Rio | Rio | Mina Passagem | Minas de Ouro Preto | Rio | Poços |
| pH | 6-8 | 7-8 | 7-8 | 5,5-7,5 | 6-7,5 | 4-7 |
| Eh (mV) | 85-230 | 170-240 | 120-220 | 130-215 | 130-280 | 130-270 |
| As_{Total} (µg/L) | 3-350 | 7-40 | 4-2900 | 10-260 | 2-74 | 1-3 |

Arsênio em sedimentos fluviais

| | Rio das Velhas | Rio do Carmo | Rio da Conceição |
|------------|----------------|--------------|------------------|
| As (mg/kg) | 30 - 2800 | 160 - 4700 | 30 - 136 |



Especiação em Água

PHREEQC (no equilíbrio)

$$[\text{As}^{3+}] / [\text{As}^{5+}] = 10^{-7} - 10^{-12}$$

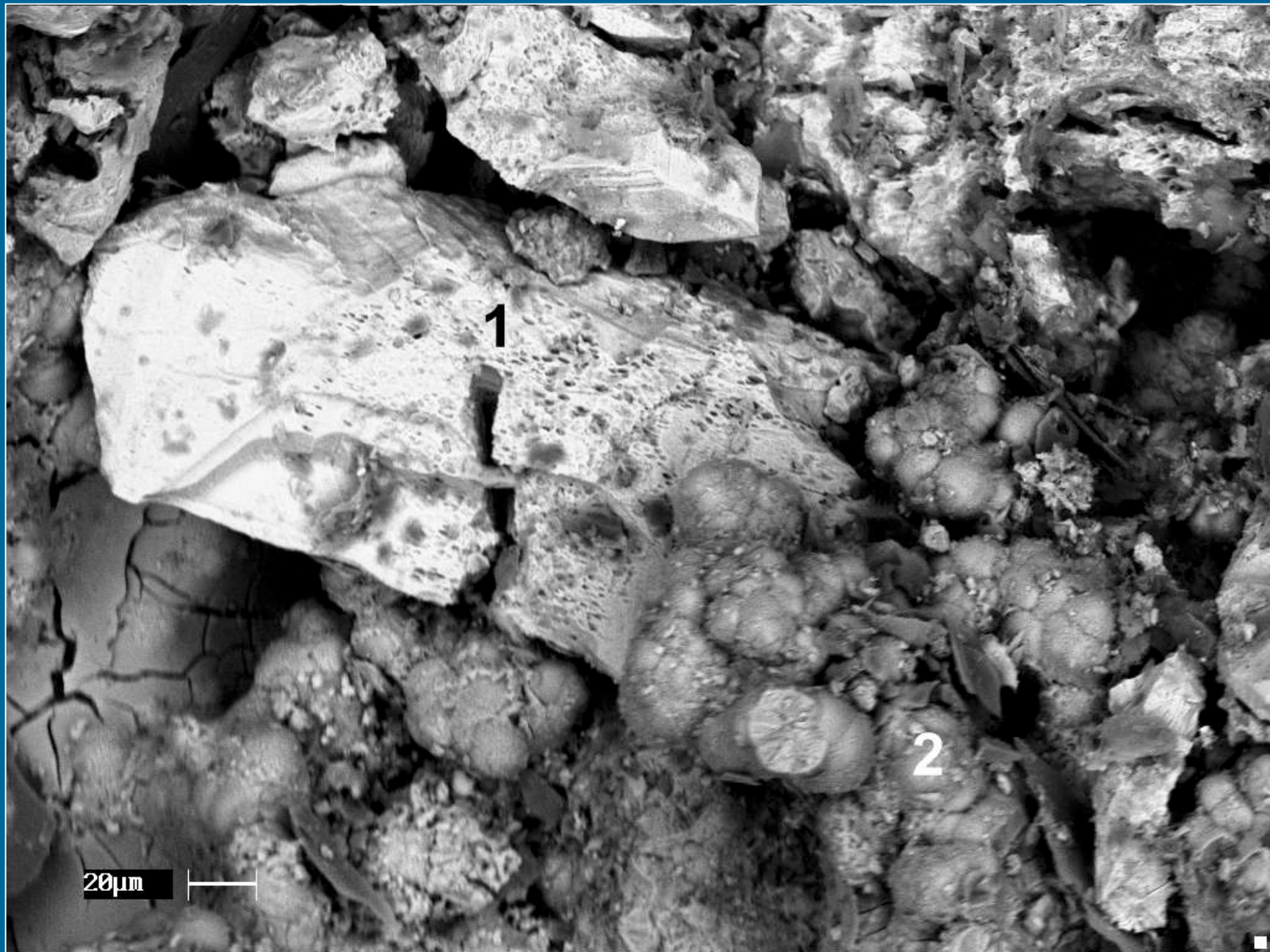
EXPERIMENTAL

$$[\text{As}^{3+}] / [\text{As}^{5+}] = 10^{-1} - 10^{-2}$$

Sistema em desequilíbrio,
cinética da oxidação do As^{3+}
lenta, retenção seletiva do As^{5+}
nas fases sólidas

Testes de especiação em
laboratório são recomendáveis







IG-UNICAMP

EHT=20.00 kV
2µm H

WD= 19 mm
Photo No.=548

Mag= 727 X
Detector= QBSD



Lead human contamination in the Upper Ribeira Valley, states of São Paulo and Paraná, Brazil

1998 - 2002

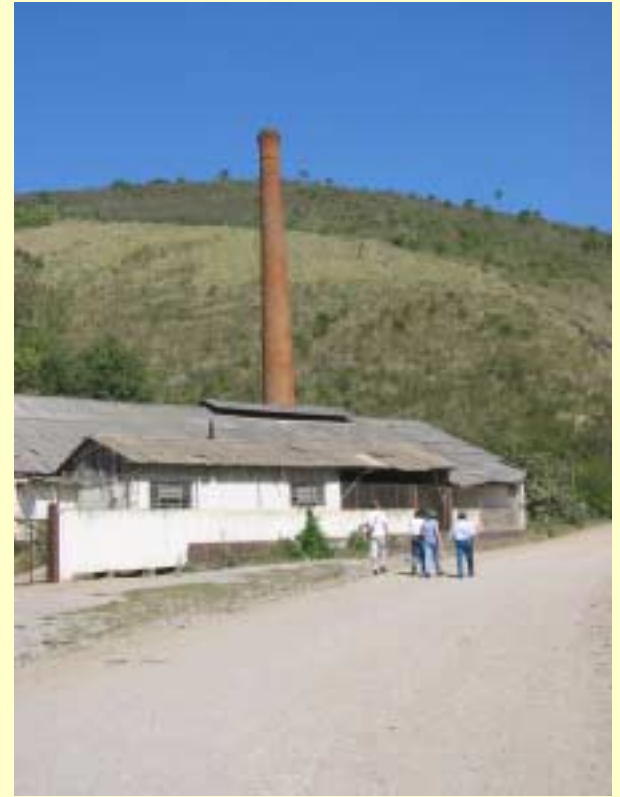
Fernanda G. Cunha (CPRM)

Bernardino R. Figueiredo (Unicamp)

Monica Maria B. Paoliello (UEL)

Eduardo M. De Capitani (Unicamp)

**12th Symposium on Geo-Environments and
Geo-Techniques and 1st International Symposium
on Geo-Pollution and Medical Geology, Tokyo, JP,
2002.**



PLUMBUM REFINERY

BACKGROUND

RIBEIRA VALLEY - 25 000 Km² - 470 Km long

**REMAINS OF THE ATLANTIC FOREST IN
SOUTHEASTERN BRAZIL**

**FOLDED BELT OF PROTEROZOIC AGE HOSTING
MIDDLE SIZE Pb-Zn-Ag ORE DEPOSITS**

Pb-Zn MINES IN OPERATION UNTIL 1996

**PLUMBUM REFINERY IN OPERATION 1945-1995 (2/3
IMPORTED CONCENTRATE)**

**LIMESTONE MINING, CEMENT INDUSTRY,
BANANA PLANTAGE, TOURISM AND FISHERY**

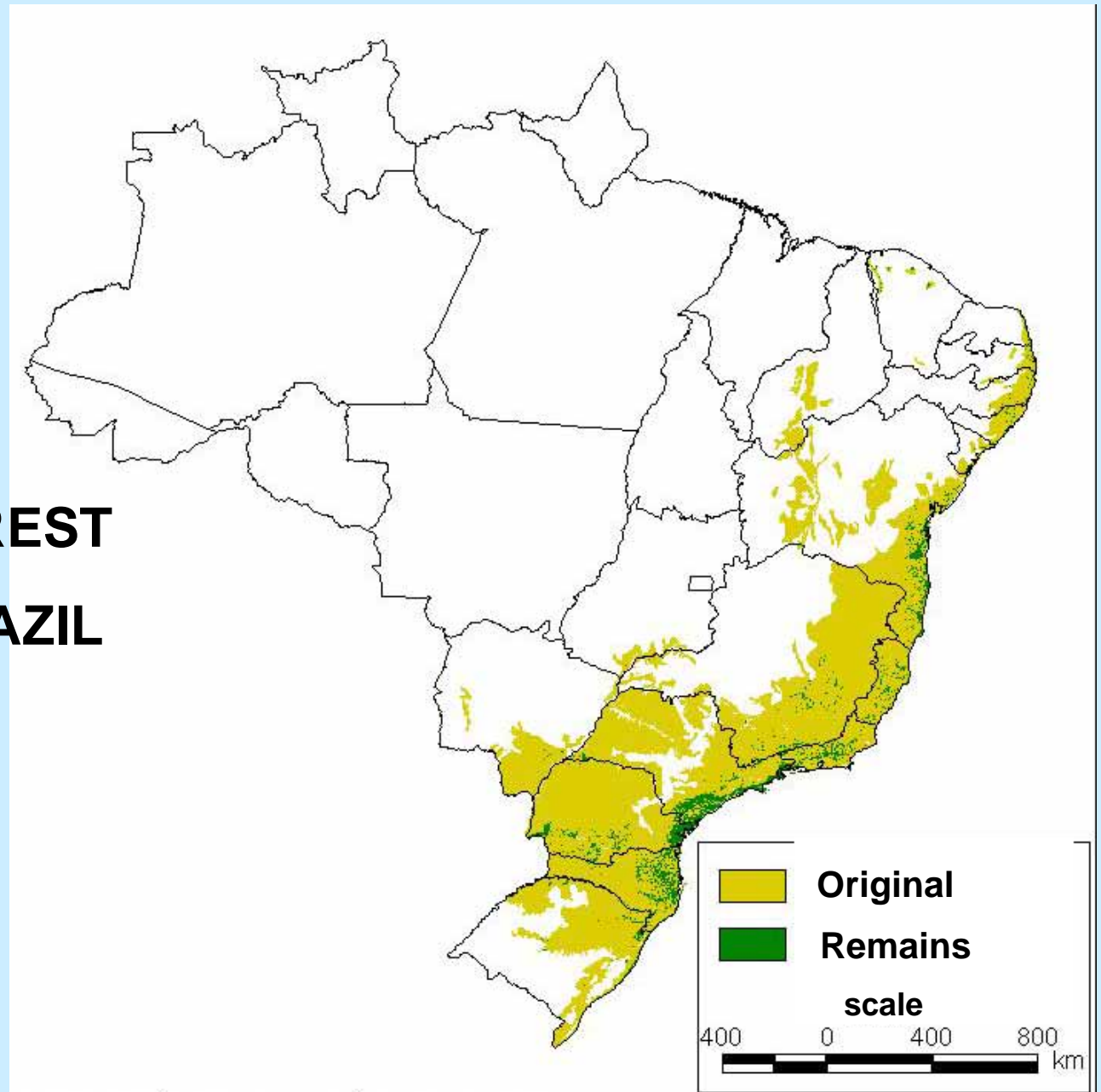
W.C.
FEMININO

W.C.
MASCULINO





**ATLANTIC FOREST
REMAINS - BRAZIL
1998 - 8%**











**FAPESP – UNICAMP (IG e FCM) - CPRM – Serviço
Geológico do Brasil - Instituto Adolfo Lutz - UEL**

Projeto de Auxílio à Pesquisa

**Paisagens geoquímicas e ambientais do Vale do
Ribeira: avaliação e prevenção de riscos para o
meio físico e saúde humana relacionados à
exposição ao arsênio e metais pesados**

O MAPEAMENTO GEOQUÍMICO E GEOAMBIENTAL

ESTUDOS GEOQUÍMICOS DA FAIXA PIRIRICA

MONITORAMENTO HUMANO E PREVENÇÃO DE RISCOS

VALE DO RIBEIRA 2002



PROJETO VALE DO RIBEIRA

EQUIPE TÉCNICA

**UNICAMP - Bernardino Ribeiro de Figueiredo ,
Jacinta Enzweiler , Carlos Roberto de Souza Filho,
Eduardo Mello De Capitani, Rômulo Angélica, Dailto
Silva, Maria Aparecida Penereiro e outros;**

**IAL - Alice Sakuma, Isaura Akemi Okada, Maria
Cristina Duran e outros;**

UEL -Mônica Maria Bastos Paoliello e outros;

**CPRM-SGB - Idio Lopes Jr, Antonio
Theodorovicz, Angela Maria de Godoy
Theodorovicz, Lauro Gracindo Pizzatto, Fernanda
Gonçalves Cunha, Roy Lane Barbosa e outros**

PGAGEM

**Metodologia baseada na experiência da CPRM-SGB –
Projeto IGCP-259 (UNESCO-IUGS) – Working Group on
Global Geochemical Baselines (IUGS-IAGC)**

**MAPEAMENTO GEOQUÍMICO DE BAIXA DENSIDADE
(sed. corrente + floodplain + etc)**

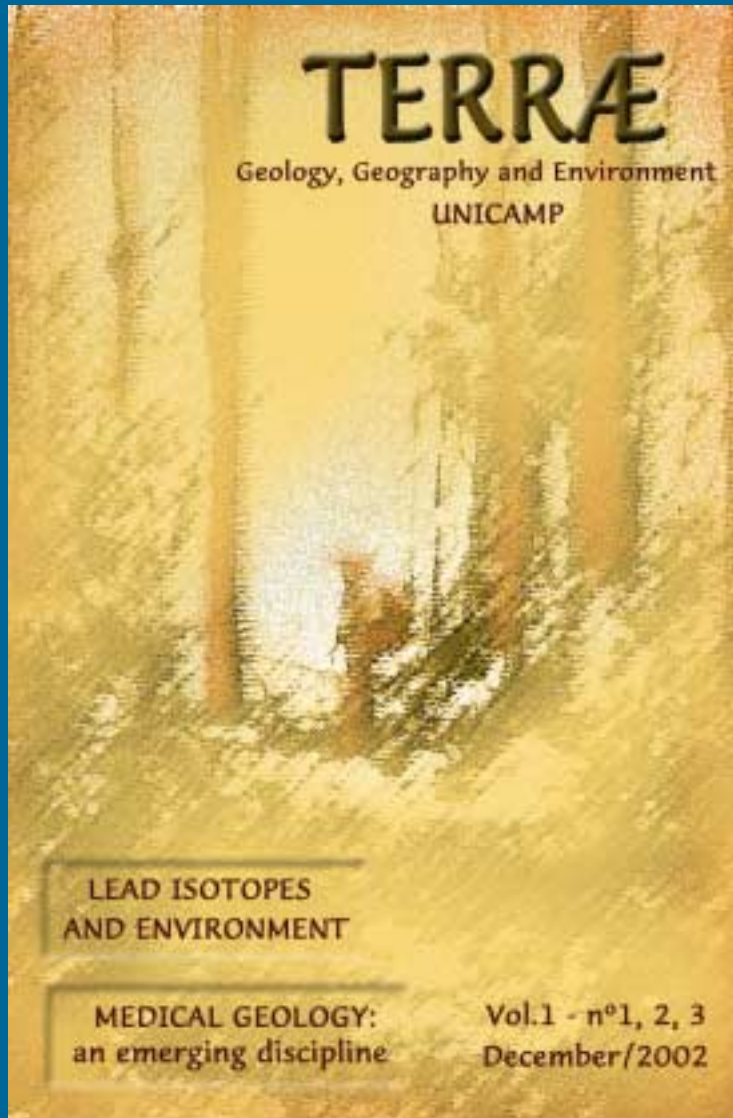
1 AMOSTRA / 100 Km² e 1 AMOSTRA / 2000 Km²

60.000 AMOSTRAS – 5 ANOS

INTER-INSTITUCIONAL – INTER-MINISTERIAL

GOVERNOS – EMPRESAS - UNIVERSIDADES

PRODUTOS



MAPAS - ATLAS

RELATÓRIOS

FOLDERS EDUCACIONAIS

PAPERS

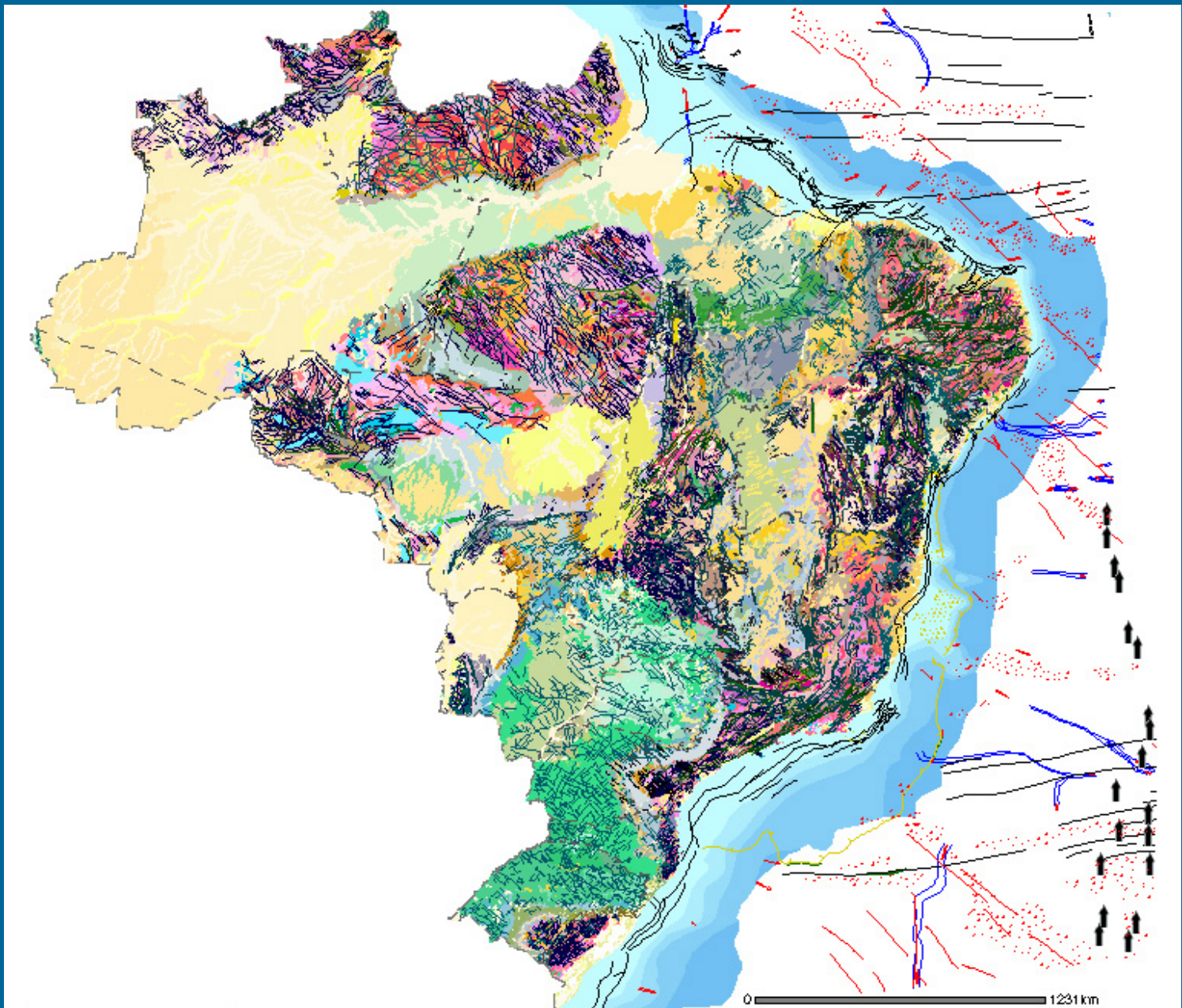
PARTICIPAÇÃO EVENTOS

WEBSITES

BANCOS DE DADOS

CURSOS – TREINAMENTO

LABORATÓRIOS



CPRM - SGB

ECOTOXICOLOGIA e GEOMEDICINA

Eduardo Mello De Capitani

**Centro de Controle de Intoxicações
Departamento de Clínica Médica
FCM - UNICAMP**

Geologia e Medicina

- **Relação antiga**

- **Hipócrates** 460-375 a.C.

- “*Ares, águas e lugares*”
 - descrição de intoxicação em mineiros de Pb

- **Plínio (o velho)** 23-79 d.C.

- situação dos mineiros de Pb e Hg
 - máscara de bexiga de carneiro contra poeiras

Geologia e Medicina

– Georgius Agricola (Georg Bauer)

1494-1555

- último capítulo do “*De Re Metallica*”
descreve doenças entre mineiros

– Paracelsus 1493-1541

- nasceu e viveu em centro mineiro na Boêmia
- descrição da intoxicação por mercúrio em mineiros

Geologia e Medicina

– Ramazzini 1633-1714

- 1º capítulo do “*De Morbis Artificum Ditriba*” é sobre as doenças dos mineiros

– Revolução Industrial

- manipulação em larga escala de minerais conhecidos e de novos (asbesto, alumínio)

Geologia e Medicina

- **Doenças Pulmonares por inalação de poeiras inorgânicas**
– **PNEUMOCONIOSES**
 - silicose
 - doença do minerados de carvão
 - asbestose
 - pneumoconioses por metais (Co, Be, Fe, Sn, Sb)

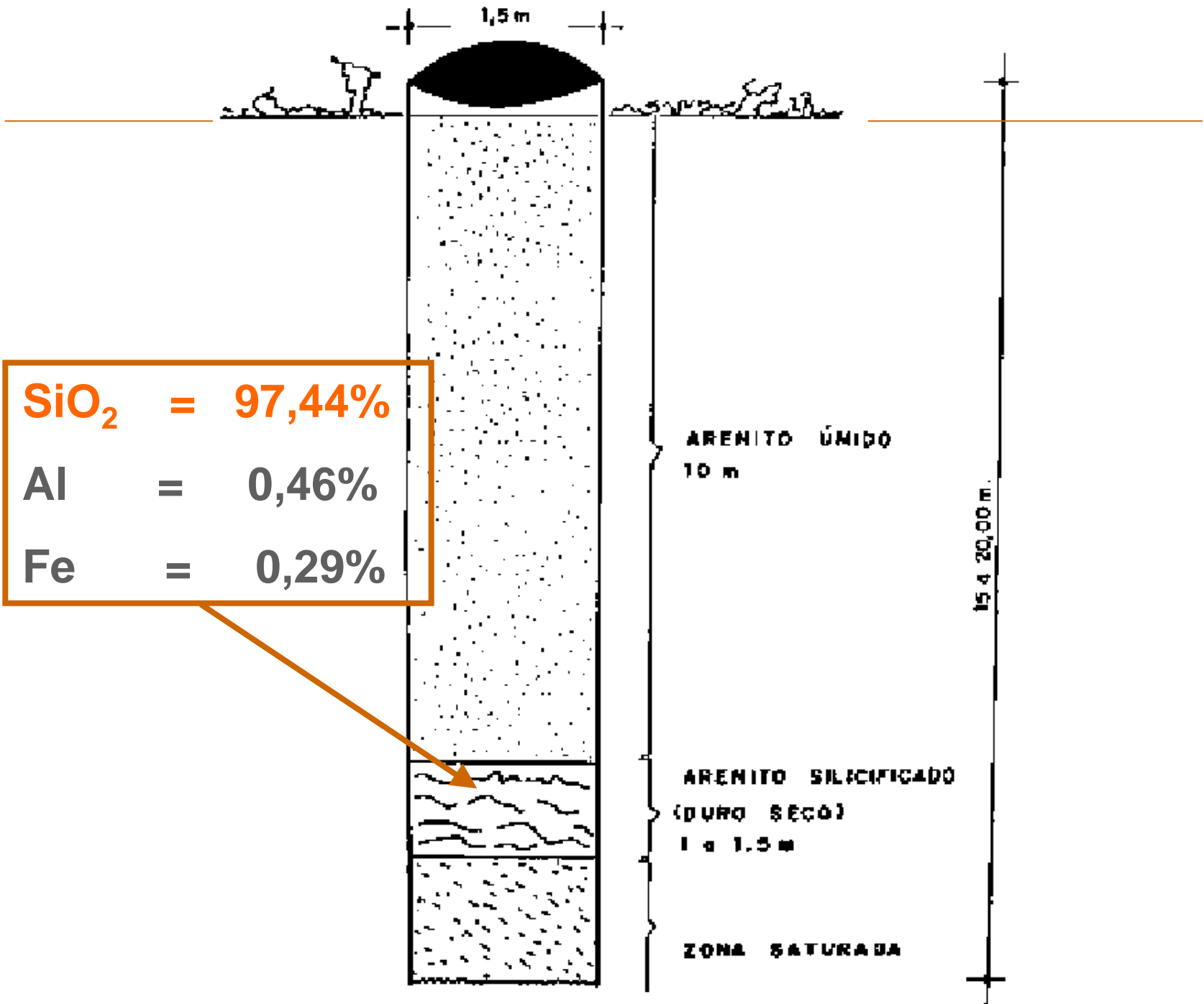
População potencialmente exposta a sílica livre no Brasil

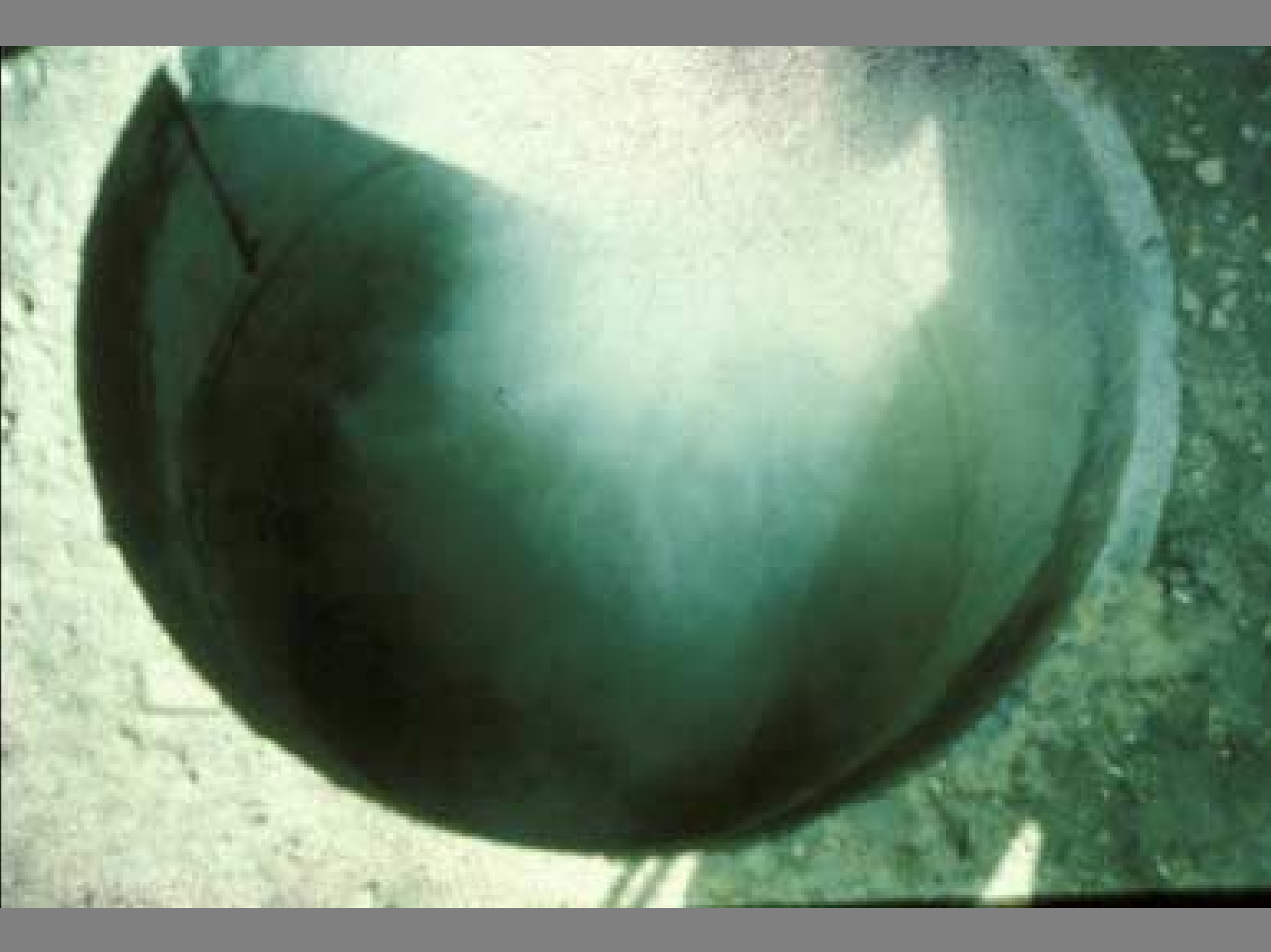
- **6.600.000 trabalhadores**

| | |
|----------------------------------|-----------|
| – mineração e garimpo: | 500.000 |
| – indústria de transformação: | 2.300.000 |
| – construção civil: | 3.800.000 |





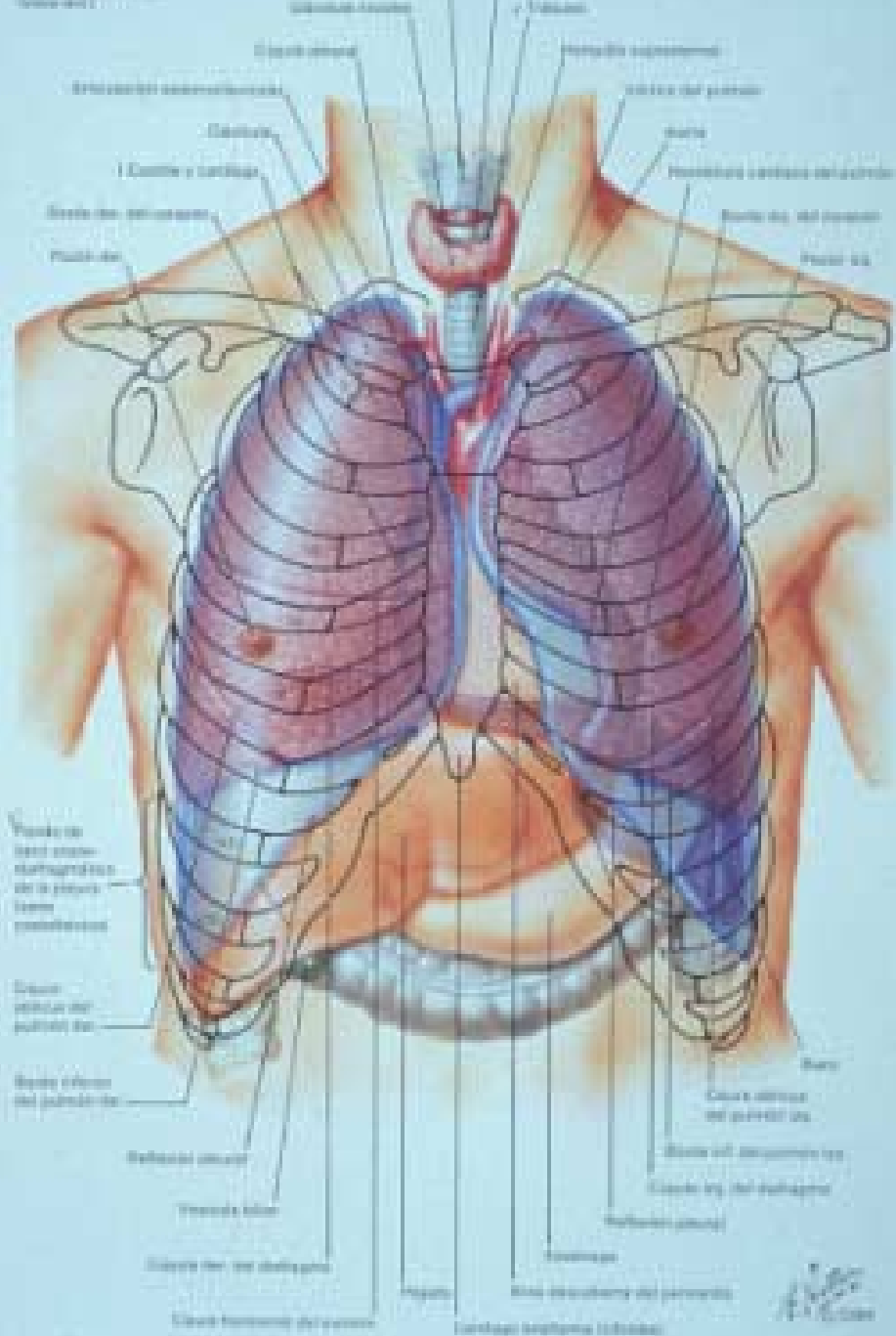








Topografía de los pulmones



Nature
© CIBA

Nature
© CIBA



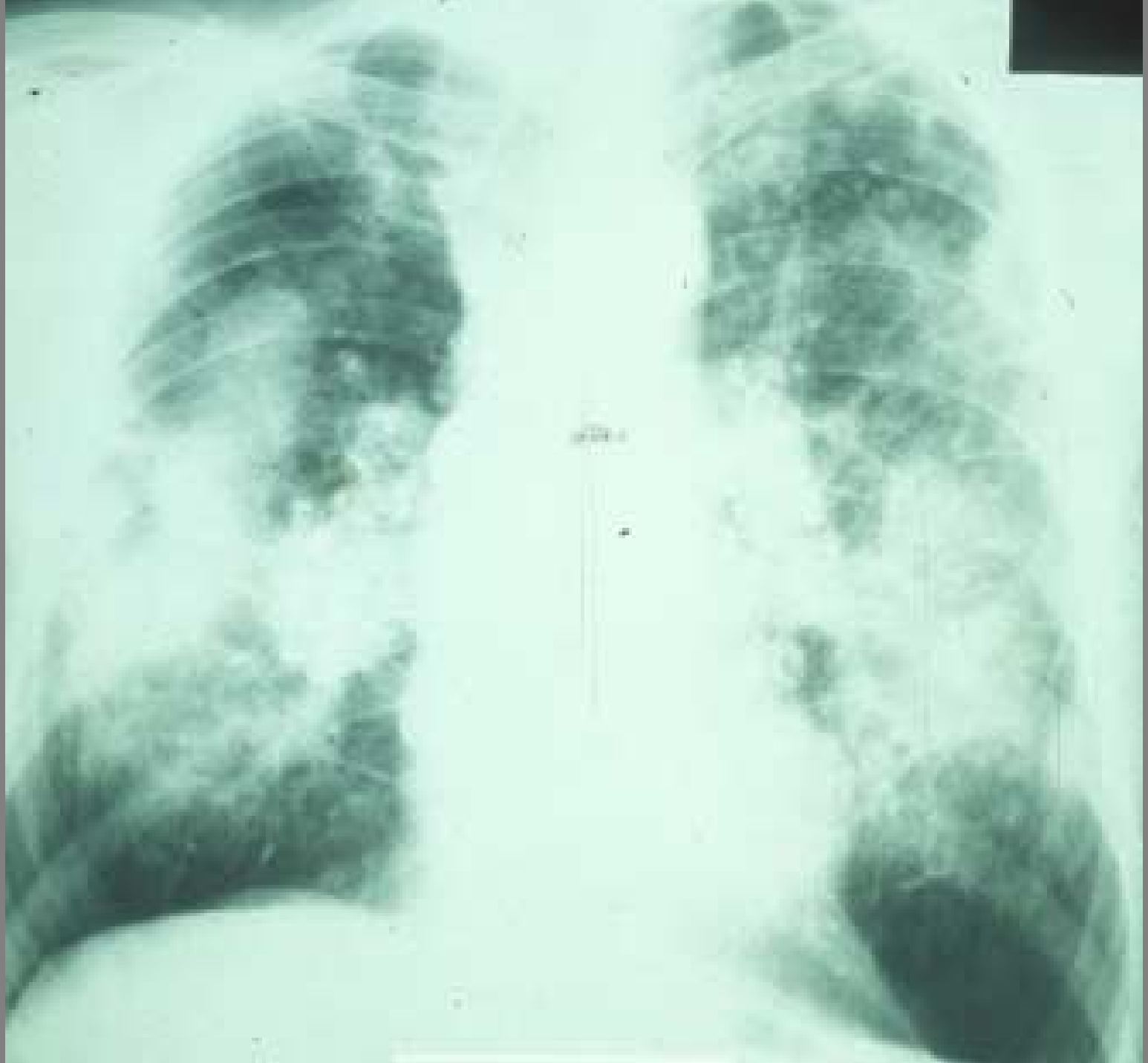
ICD International Classification of Radiographs of Pleuropneumonia

PROFUSION

0/0
(Example 2)

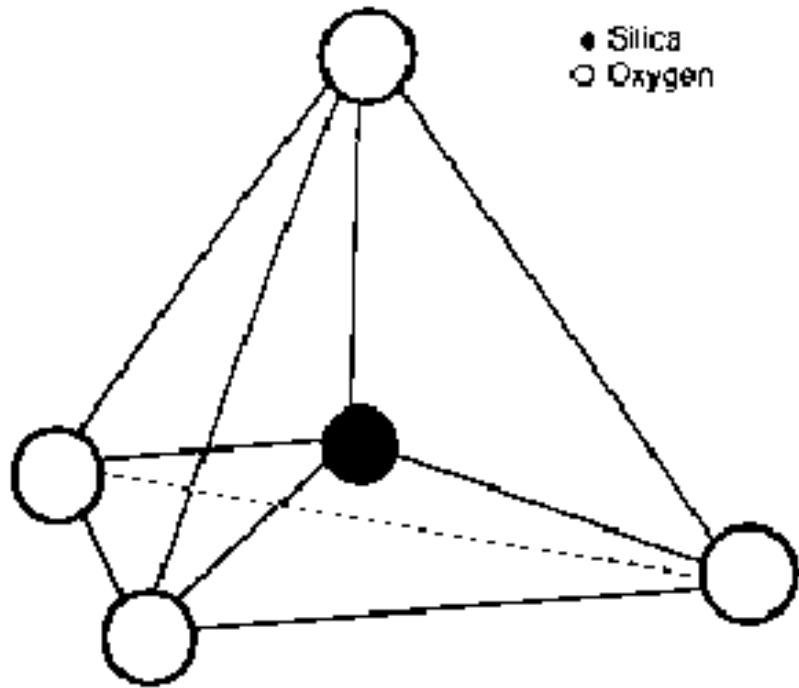
SILICOSE PULMONAR





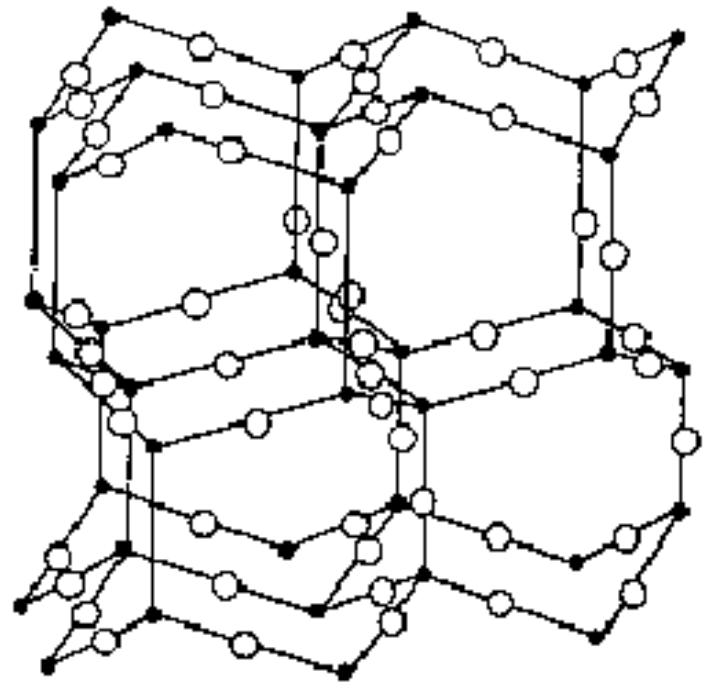
Geologia e Medicina

- **Entendimento da fisiopatogenia das pneumoconioses a partir de conhecimentos de mineralogia**
 - distinção entre sílica livre e combinada
 - diferentes formas cristalinas da sílica
 - origem e composição do carvão
 - diferentes tipos de asbesto



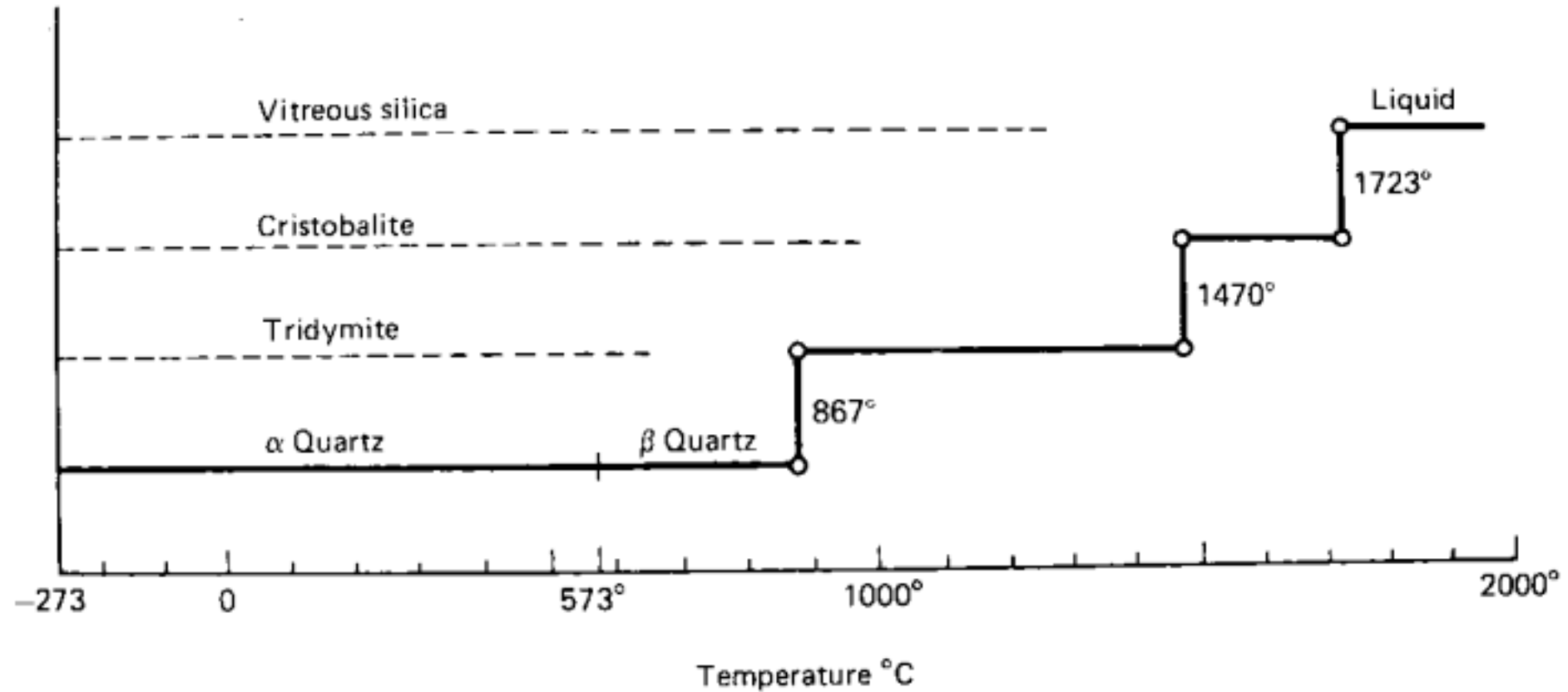
● Silica
○ Oxygen

α quartz



β tridymite

Fases (polimorfismo) da sílica à 1 atmosfera e controlado por temperatura



OCCUPATIONAL

LUNG

DISORDERS

THIRD EDITION

Appendix I

Elements of geology and mineralogy

Introduction

A basic knowledge of geology and mineralogy is useful, if not essential, to an informed understanding and recognition of the nature and composition of particular rocks and minerals that are encountered in widely differing circumstances in mining operations and in their use or incidental occurrence in industrial processes. Though not a comprehensive account, it is hoped that this section may offer some guidance in this respect.

The Earth consists of a superficial crust a few miles thick which rests on a denser mass, the mantle,

- species of rocks, and *accessories* (in small quantity) in igneous, sedimentary rocks, and whose presence does not affect the general character of the rock.
1. *Primary minerals*: these are minerals which are primary products of magmatic or metamorphic alterations of essential and

Minerals crystallize in different shapes under different physical conditions. The term *habit* denotes the characteristic shape of a mineral by variations in the number, size, and arrangement of its faces: for example, prismatic, acicular, fibrous, single crystals, and columnar, etc. Other habits are: *botryoidal* (or fibrous), *massive*,

OCCUPATIONAL — and — ENVIRONMENTAL RESPIRATORY DISEASE



Section III EXPOSURE ASSESSMENT METHODS Philip Han

Chapter 12

MINERALOGY

Robert P. Nolan
Arthur M. Langer

Harber ■ Schenker ■

crystalline.^{1,2} Sub
and somewhat vis
ceous earth and
mineraloids. Orga
as well.

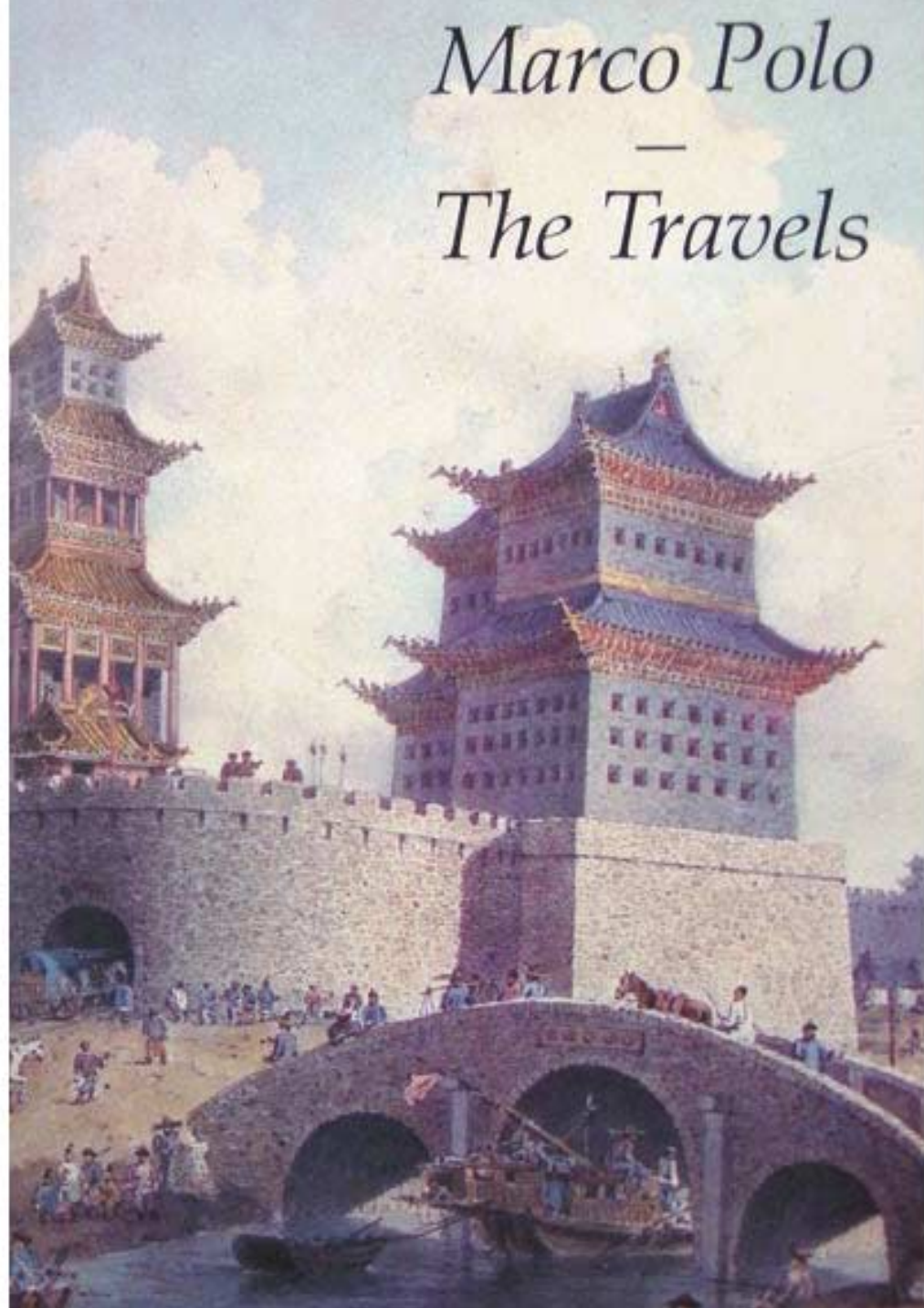
This chapter re
acteristics and me

Geologia e Medicina

–Aristóteles

–Textos chineses antigos

Marco Polo
—
The Travels



Geologia e Medicina

– Marco Polo 1254-1329

- descreve morte de cavalos em áreas da China hoje conhecidas pelo excesso de Selênio no solo
- Escandinávia apresenta grande parte de seu território com baixos teores de Se

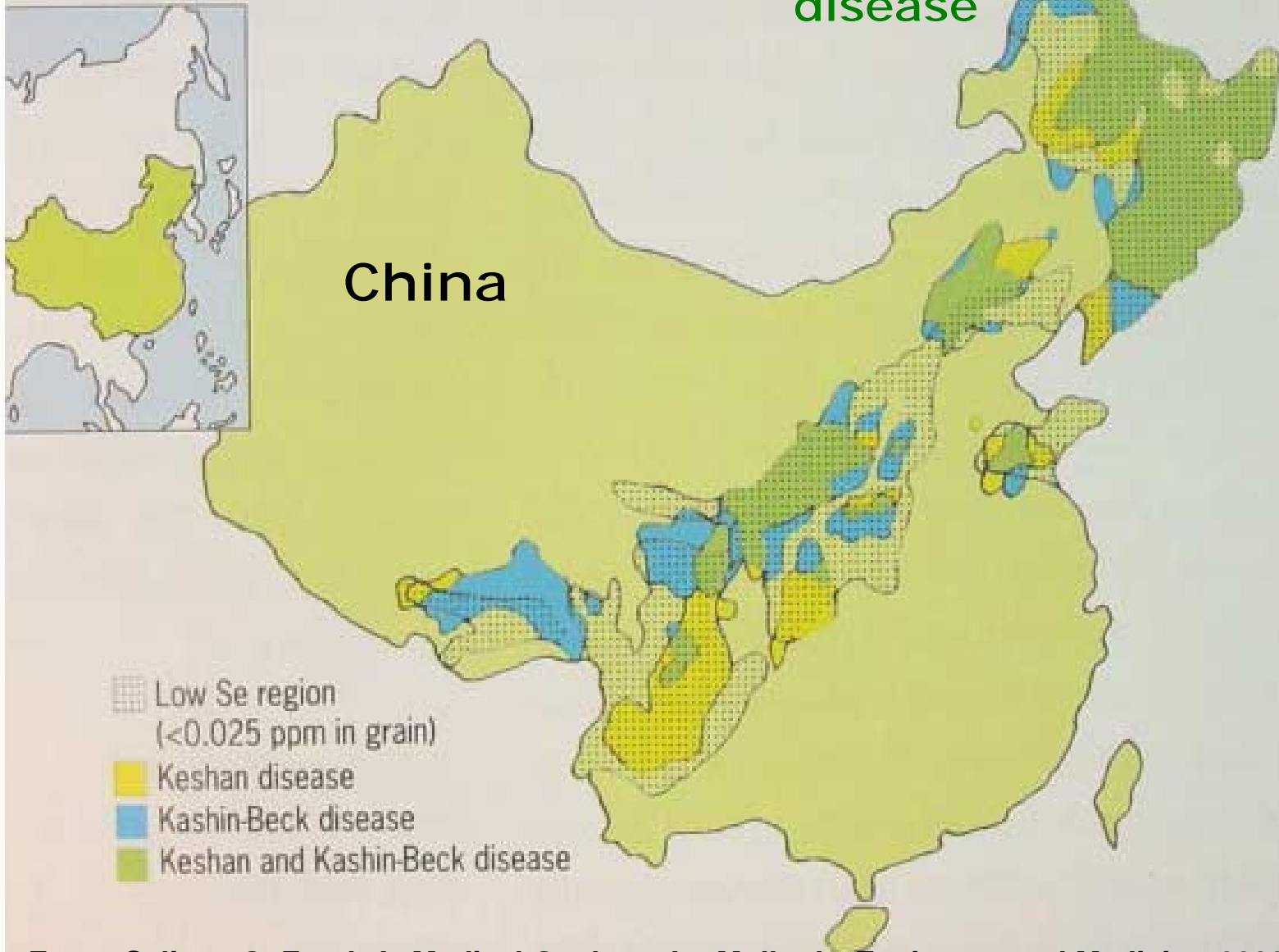
Deficiência de Selênio

- **Doença de Keshan**
 - descrita na década de 1930
 - doença do músculo cardíaco (miocardiopatia)
 - ocorrência sempre em áreas com baixos teores de Se no solo
 - suplementação com Se previne e trata a doença

Deficiência de Selênio

- **Doença de Kashin-Beck**
 - conhecida desde o início do século XIX
 - estudos arqueológicos mostram casos já no século XVI
 - **distúrbio de formação óssea afetando crescimento e produzindo deformidades**
 - edema de articulações, dor crônica, fraqueza generalizada
 - **1 a 3 milhões de chineses afetados**
 - áreas com baixos teores de Se no solo

Low selenium concentration in soil and disease



From: Selinus O, Frank A. Medical Geology, **In:** Moller L, *Environmental Medicine*, 2000.

Geologia e Medicina

– Mathew Flinders (1803)

- Groote Eylandt : ilha no Golfo de Carpentaria nos *Northern Territories* na Australia com aborígenes agressivos
- Distúrbios neurológicos e psiquiátricos relacionados a excesso de Mn no solo e água (D. Parkinson; ELA)
- Pesquisas atuais mostram níveis elevados de Mn no sangue de aborígenes, solo e água potável

Geomedicina

- **Conceito da primeira metade do século XX**
- **Geomedicina descrevia a relação entre excesso e deficiência de alguns elementos químicos em áreas geográficas específicas e a situação de saúde das populações locais.**
- 14 trabalhos sobre geomedicina na “Web of Science” (1945-2002)



Geologia Médica

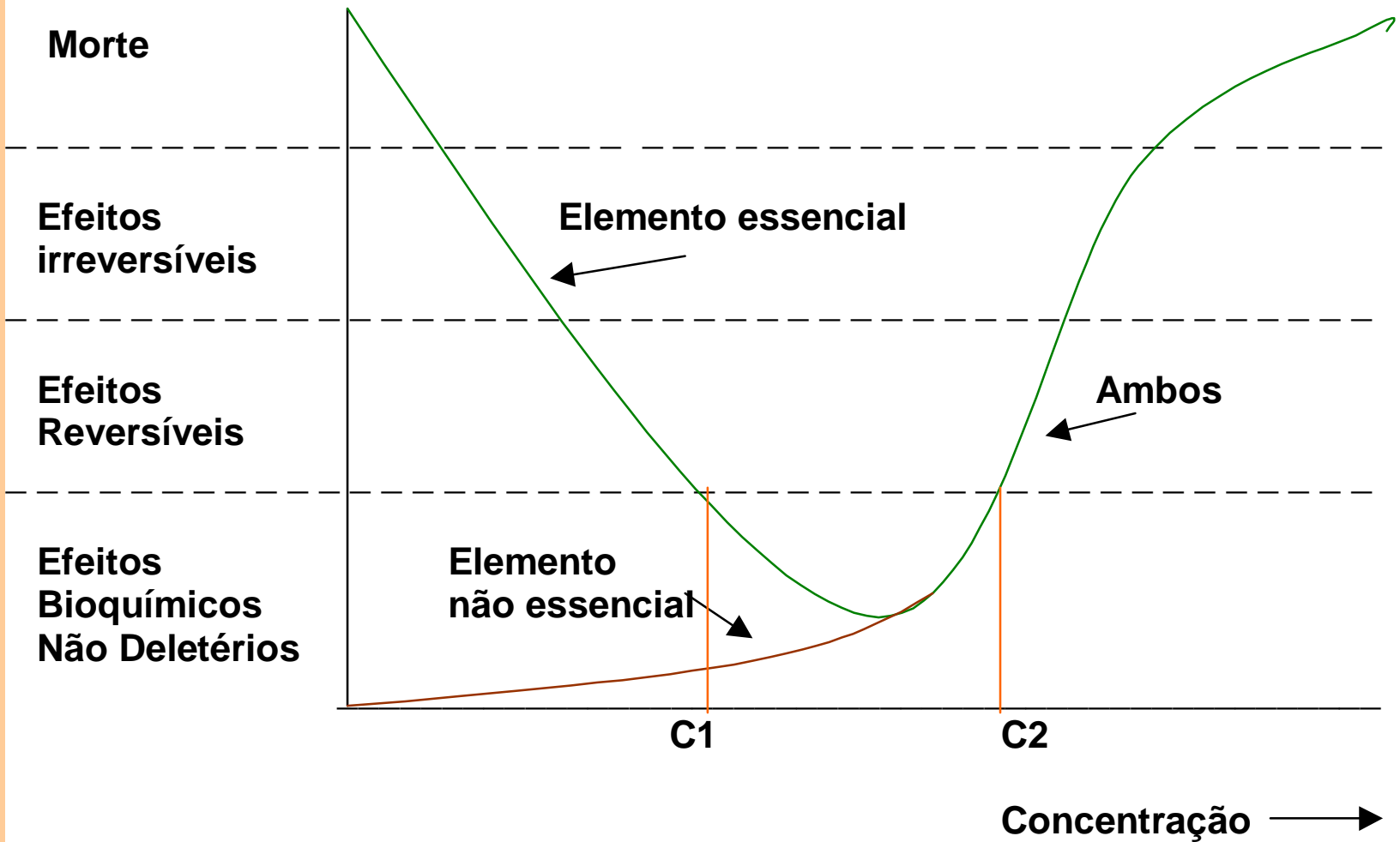
- *Medical geology* ou *Geomedicine*
- “Disciplina que estuda a influência de fatores geológicos ambientais sobre a saúde humana e dos animais”

– Selinus & Frank (2000)

Geologia Médica

- Para Finkelman *et al* (2001) a geologia médica deve estudar:
 - exposição excessiva ou deficiência de elementos traço e minerais (metais)
 - inalação de poeiras minerais provenientes de emissões vulcânicas ou antropogênicas
 - transporte, modificação e concentração de compostos orgânicos
 - exposição a radionuclídeos, micróbios e outros patógenos

Padrão de resposta biológica a elementos essenciais e não essenciais. Entre C1 e C2 ocorre atividade metabólica normal



Geologia Médica

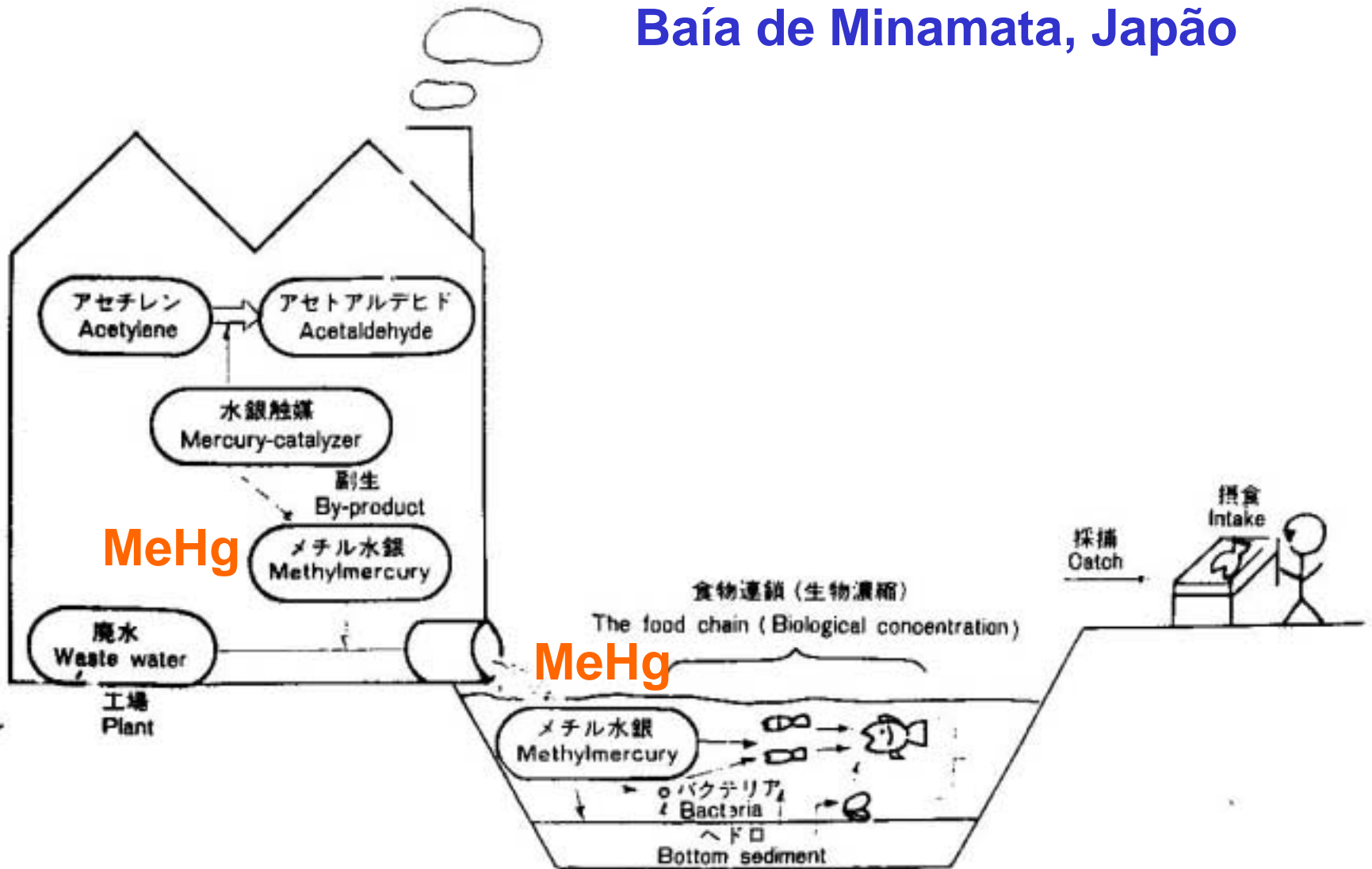
- **Distinção entre processos naturais geológicos e antropogênicos de contaminação por metais e outros poluentes (Selinus & Frank, 2000)**

Contaminações tipicamente antropogênicas:

– Mercúrio

- Minamata e Niigata
- **Iraque**
- Garimpo na Amazônia

Baía de Minamata, Japão





Doença de Minamata

From: Newman CM, *Fundamentals of Ecotoxicology* 2001 [© Heirs of W. Eugene Smith]

Contaminações tipicamente antropogênicas:

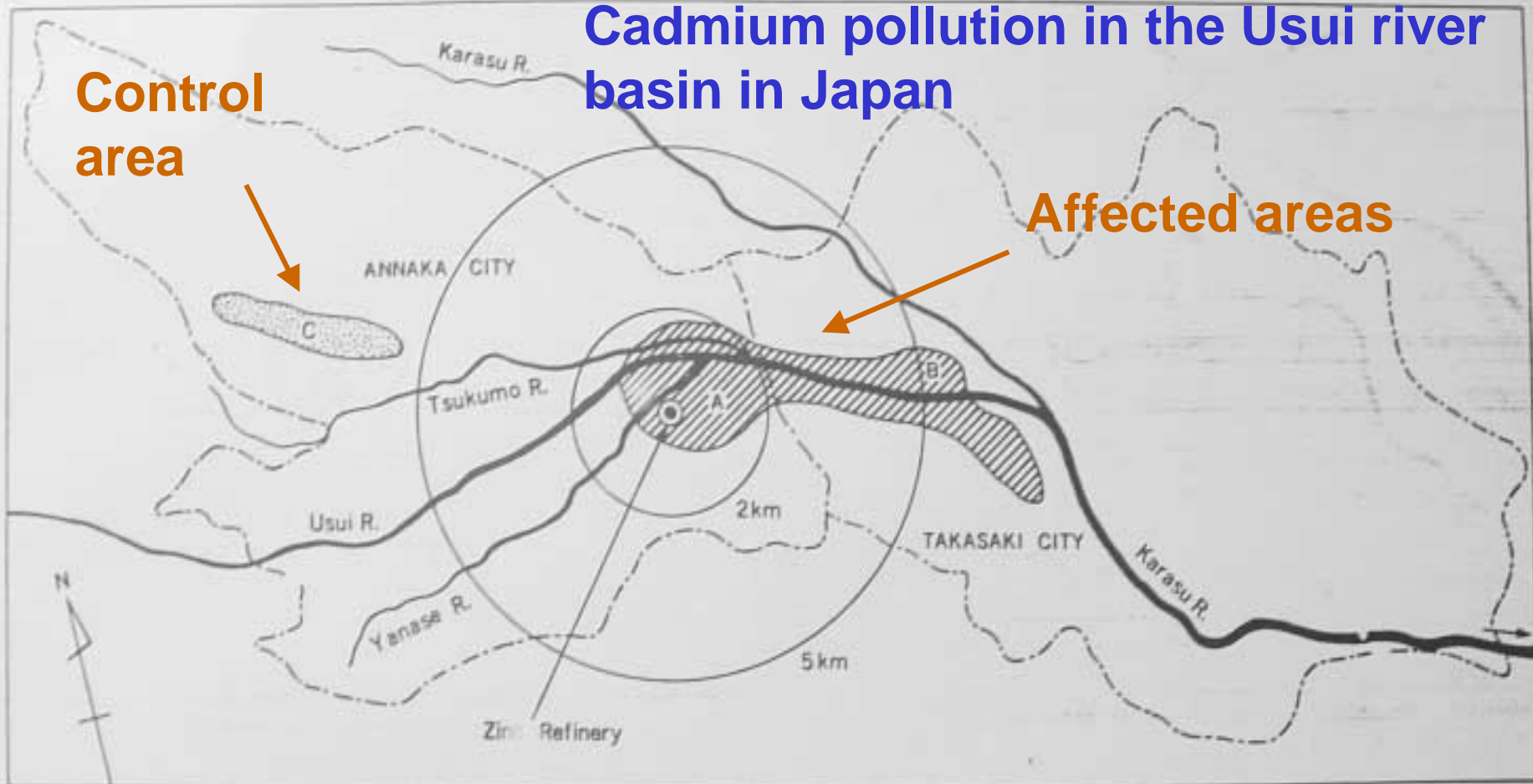
–Chumbo

- como antidetonante na gasolina
- na fabricação de baterias automotivas

–Cádmio

- doença de itai-itai no Japão

Cadmium pollution in the Usui river basin in Japan






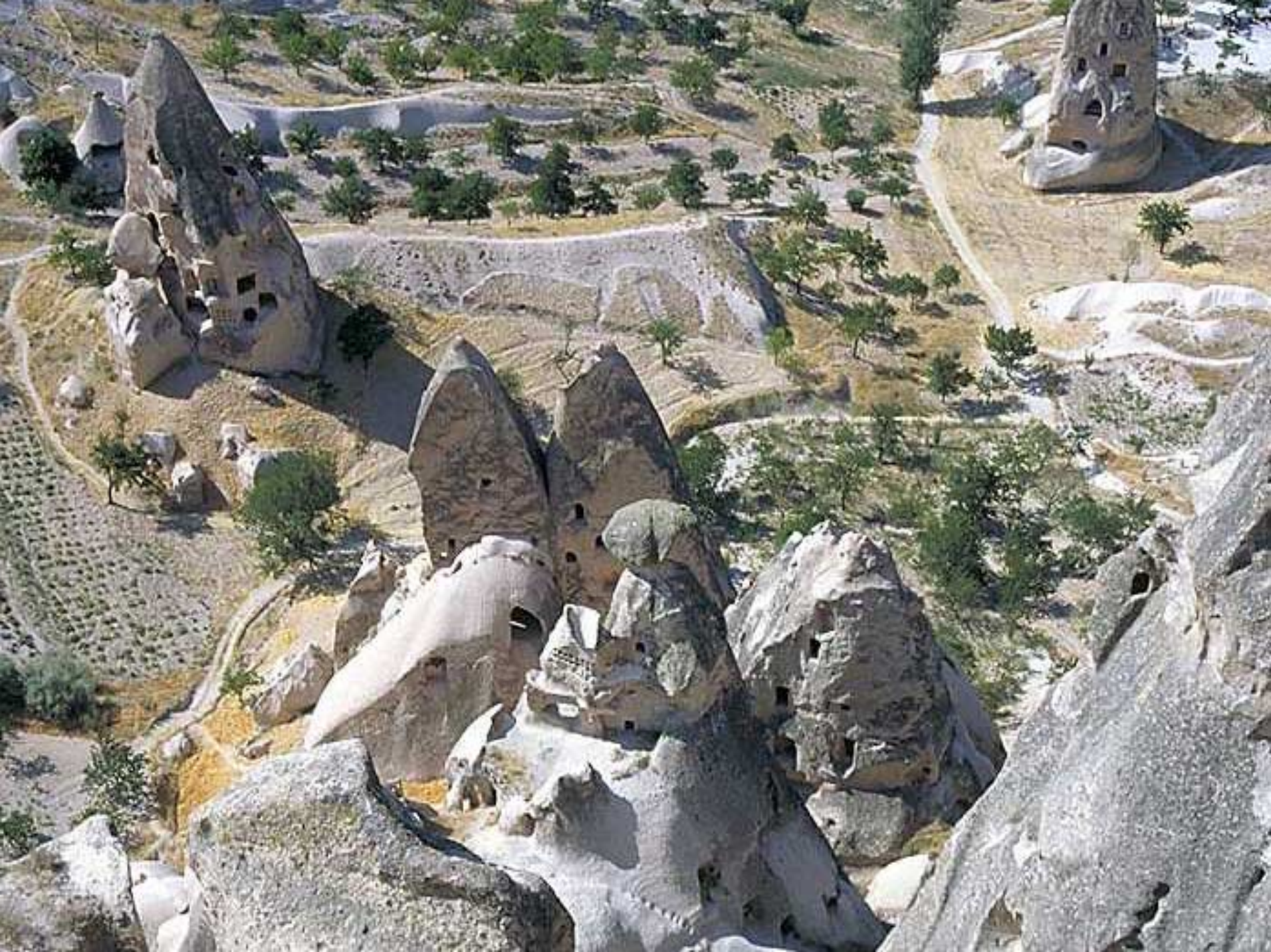
-  Cadmium-Polluted Area, Annaka
-  Cadmium-Polluted Area, Takasaki
-  Control Area

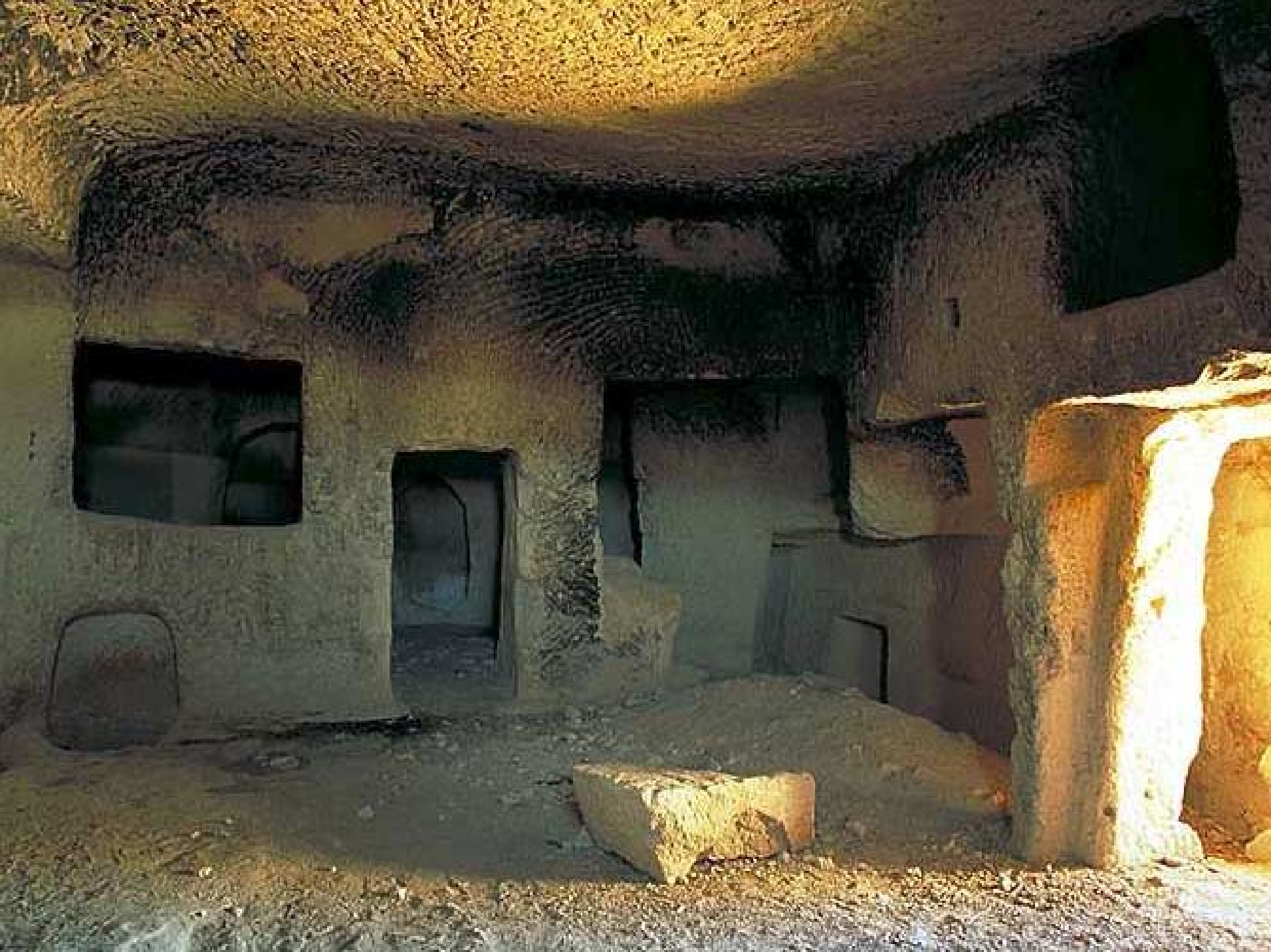
Fig. 6-11. Area polluted by cadmium in the Usui River Basin; control area for health survey.

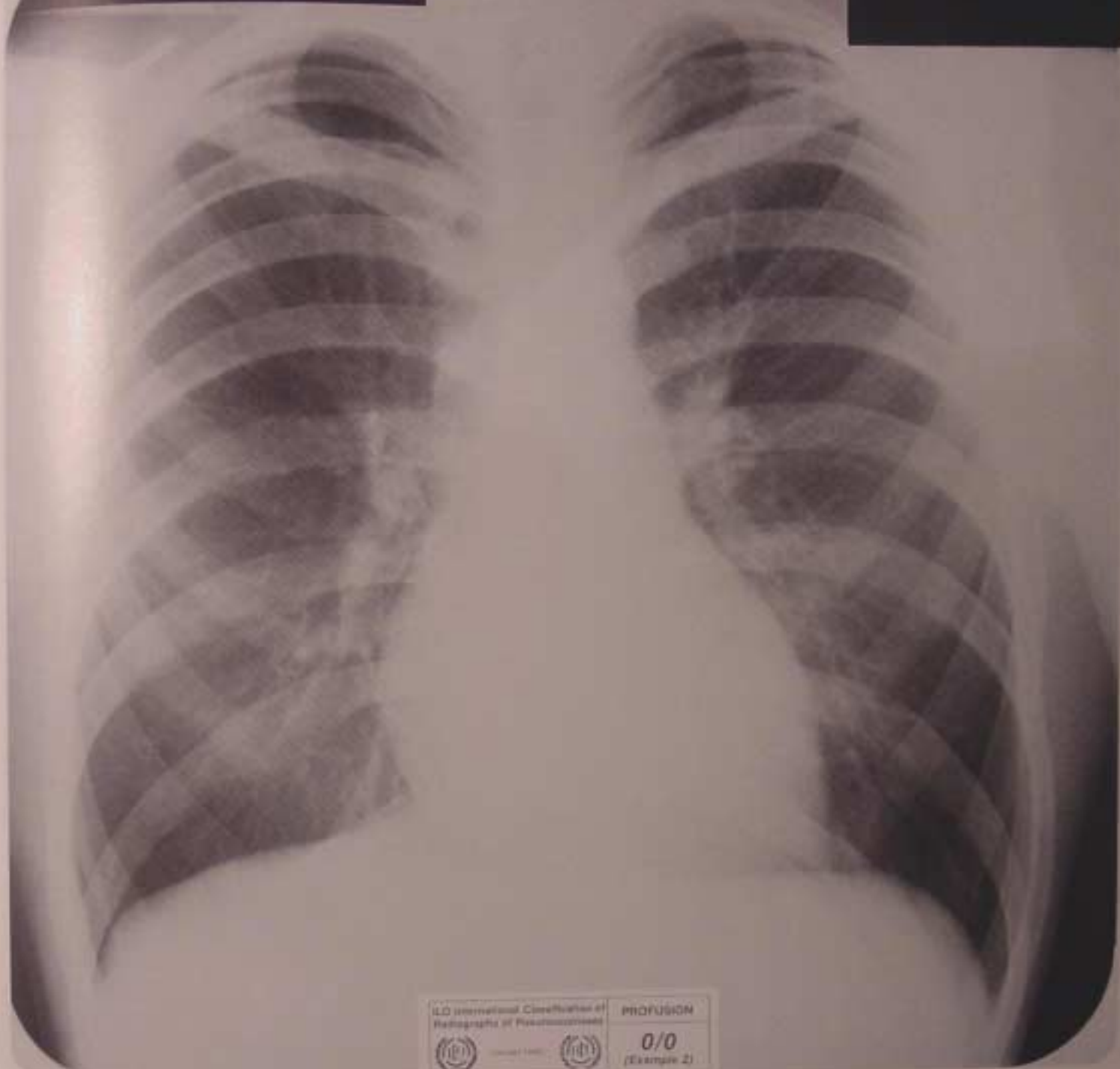
Situações basicamente naturais geológicas:

- **Deficiência de selênio na China**
 - Doenças de Keshan e Kashin-Beck
- **Deficiência de Iodo em Goiás/MG**
 - bócio endêmico
- **Fluorose no Paraná**
 - levantamento do CPRM
- **Zeolita/erionita na Capadocia -Turquia**









ILD International Classification of Radiographs of Pneumoconiosis

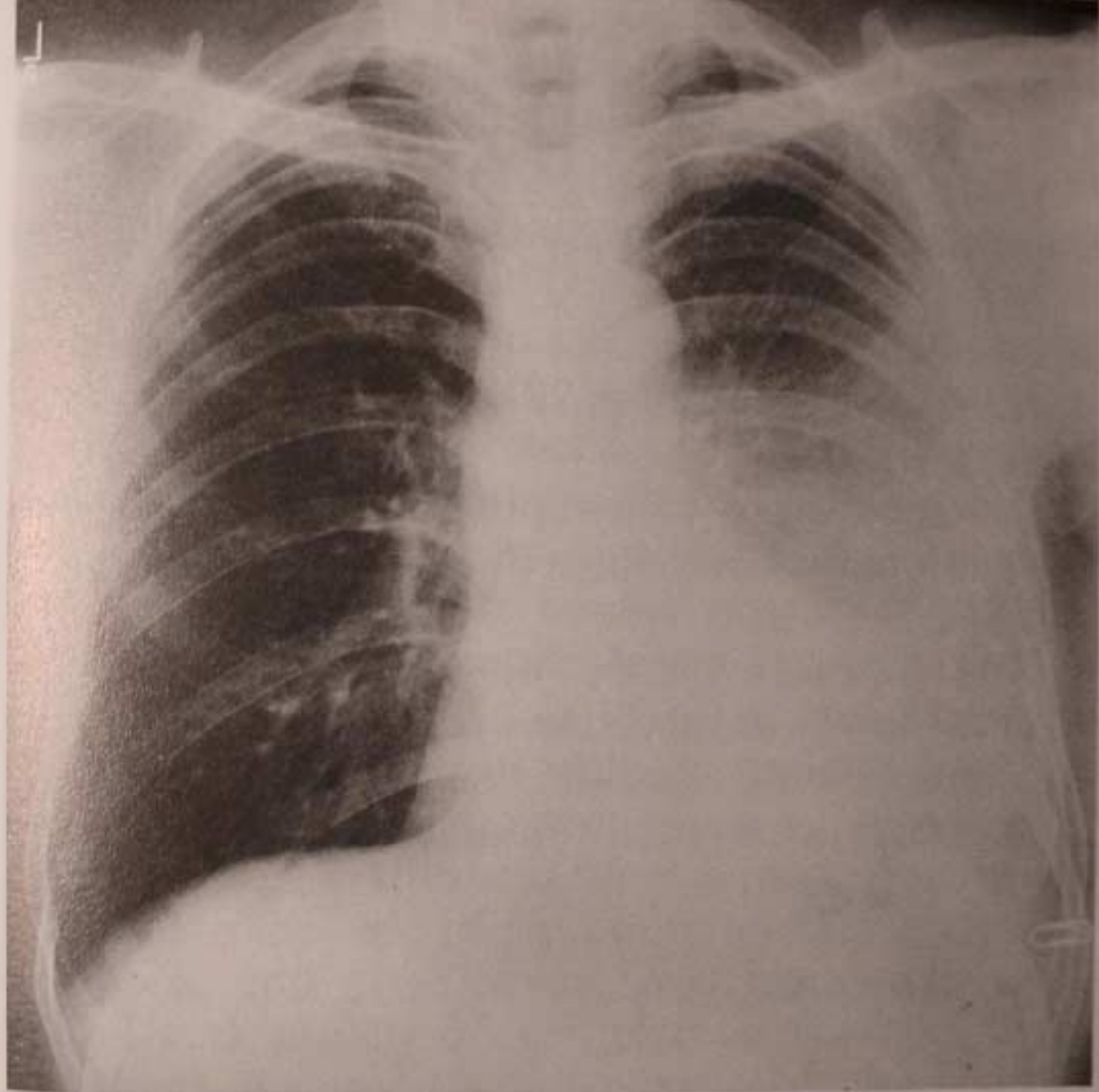
PROFUSION

0/0
(Example 2)



1946





Mesotelioma Maligno da Pleura





Contaminações antropogênicas relacionadas a condições geológicas:

– Arsênio

- Índia (Bangladesh), Taiwan

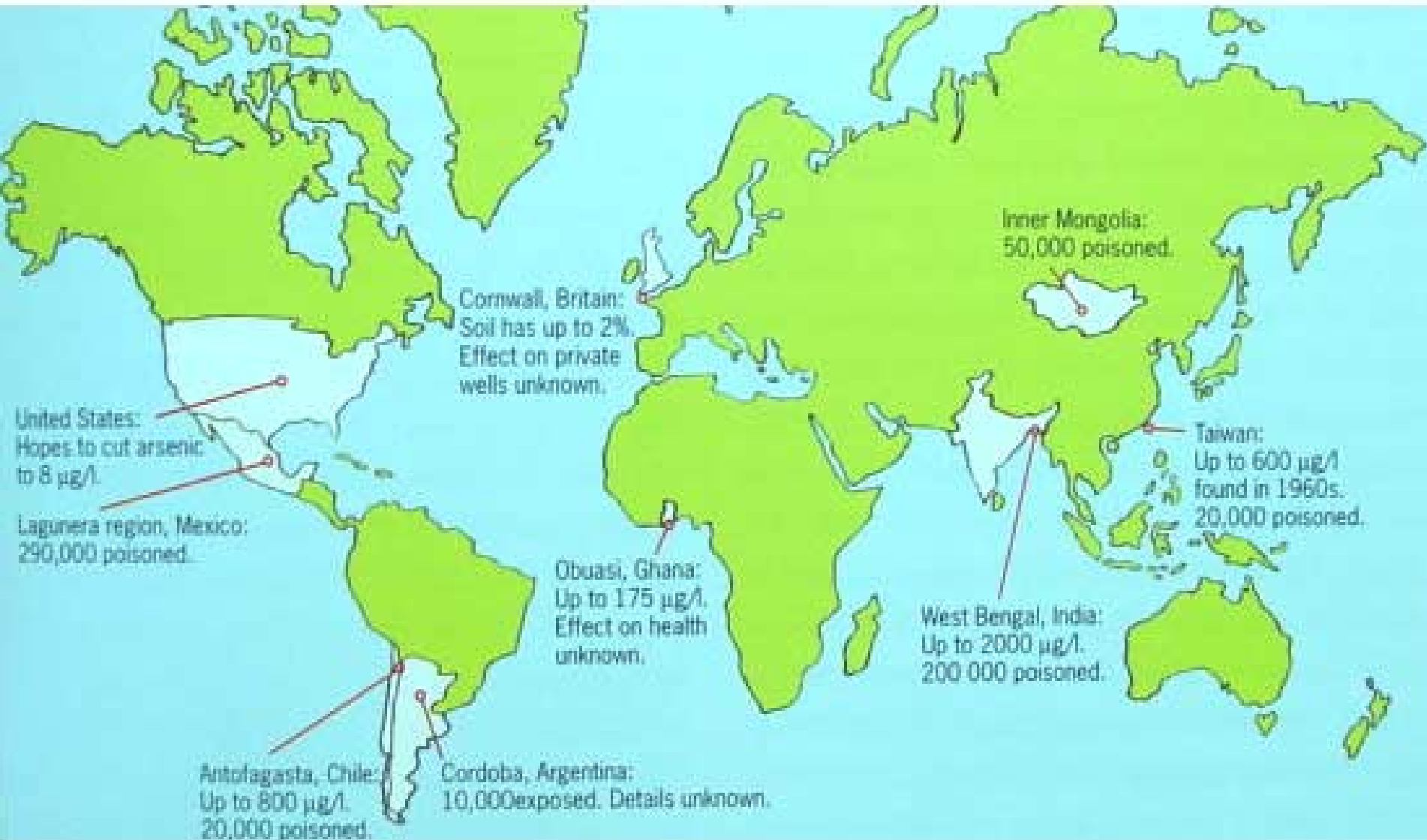
– Radônio

- áreas geográficas com altas concentrações; construções usando materiais contaminados; mineração subterrânea

– Chumbo

- áreas de mineração e refino

Arsenic contamination in the world



From: Selinus O, Frank A. Medical Geology, In: Moller L, *Environmental Medicine*, 2000.

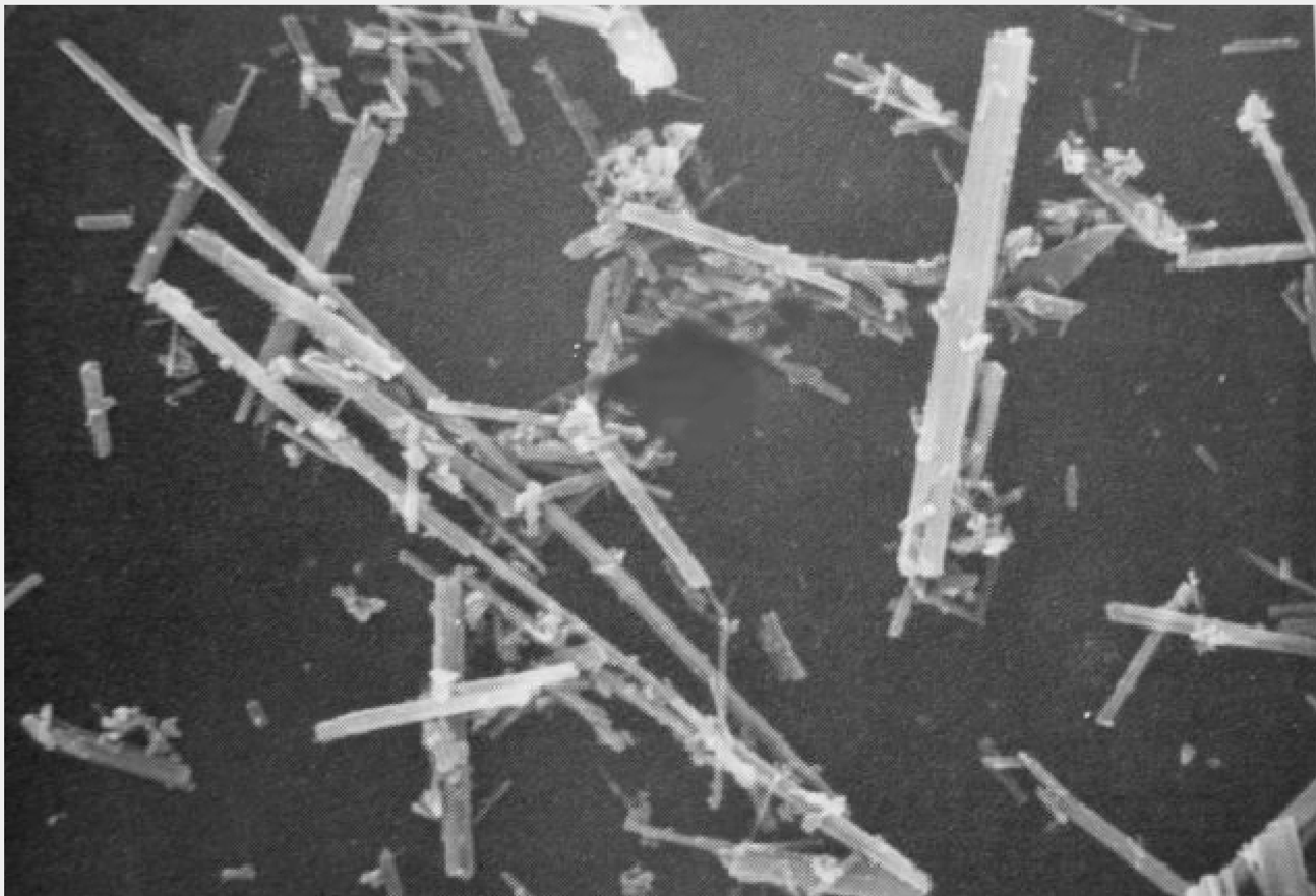
Contaminações antropogênicas devidas a condições geológicas:

– Asbesto

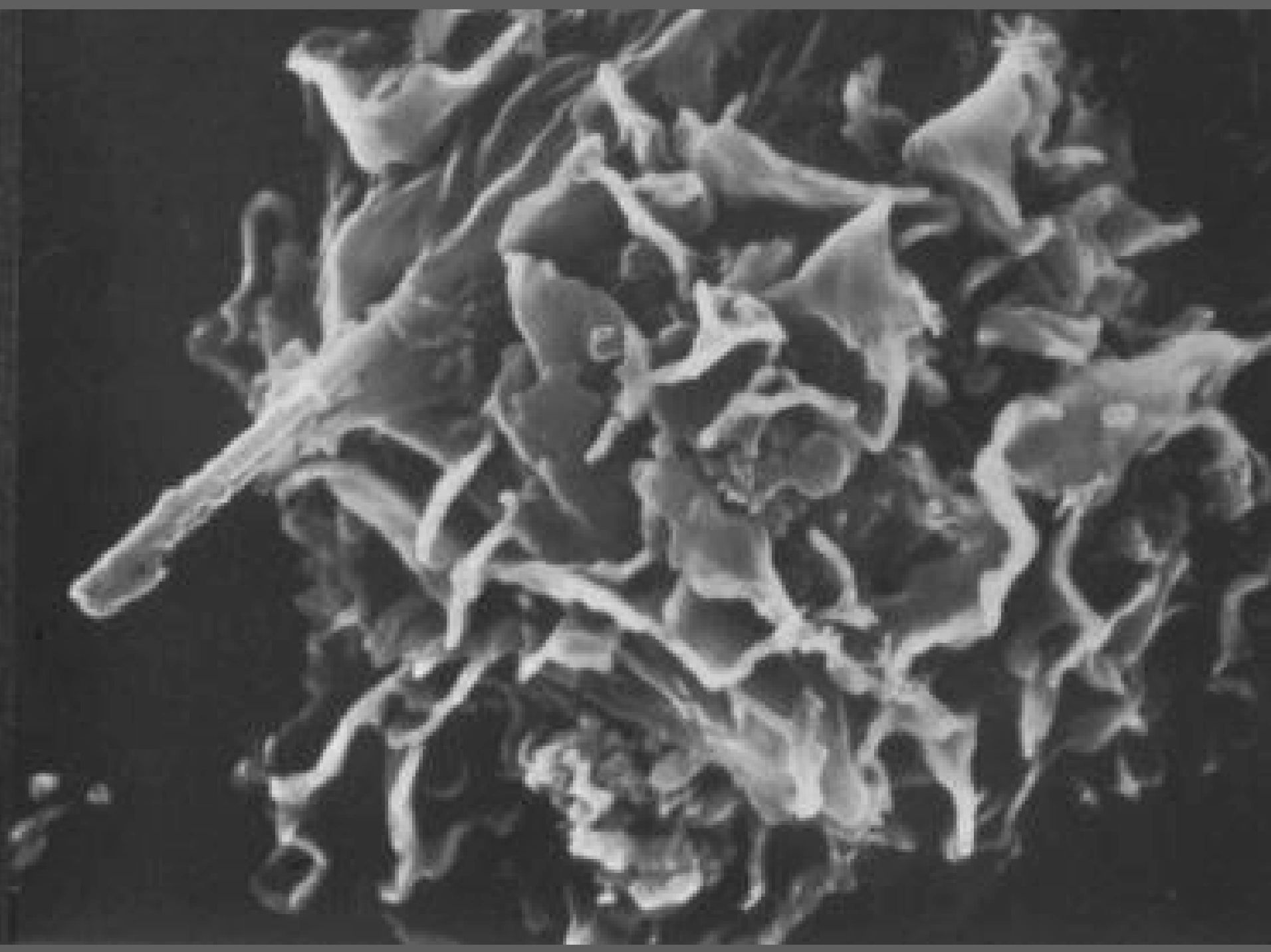
- Mineração, manipulação industrial
- **Wittenoon Gorge (Austrália)**
- Província do Cabo (África do Sul)
- **Minaçu (Goiás)**
- Poções (Bahia)



CRISOTILA

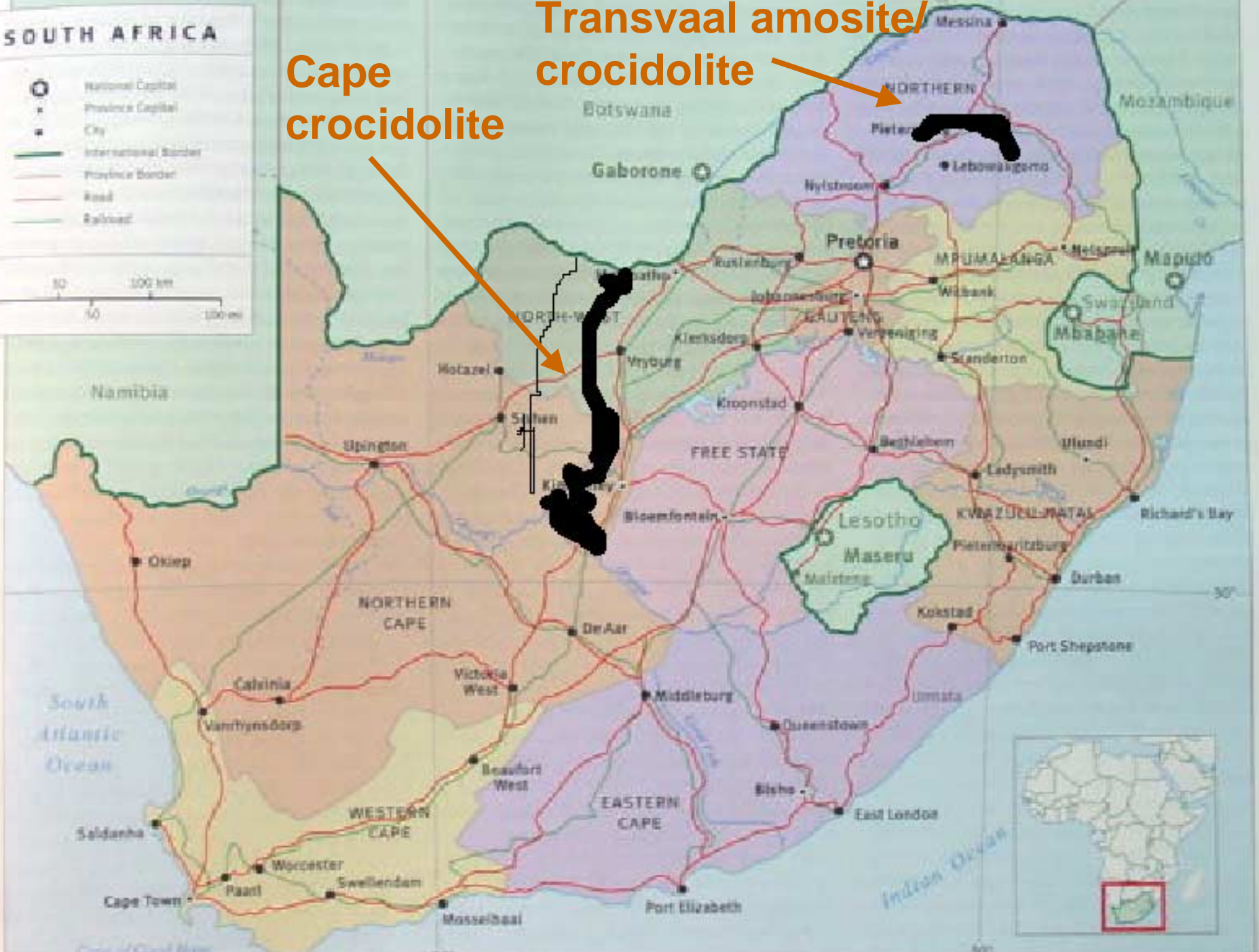


CROCIDOLITA



SOUTH AFRICA

- National Capital
- Province Capital
- City
- International Border
- Provincia Border
- Road
- Railroad



Cape crocidolite

Transvaal amosite/
crocidolite







Prevalência de Placas Pleurais e Mesotelioma em regiões com depósitos naturais de fibras no solo

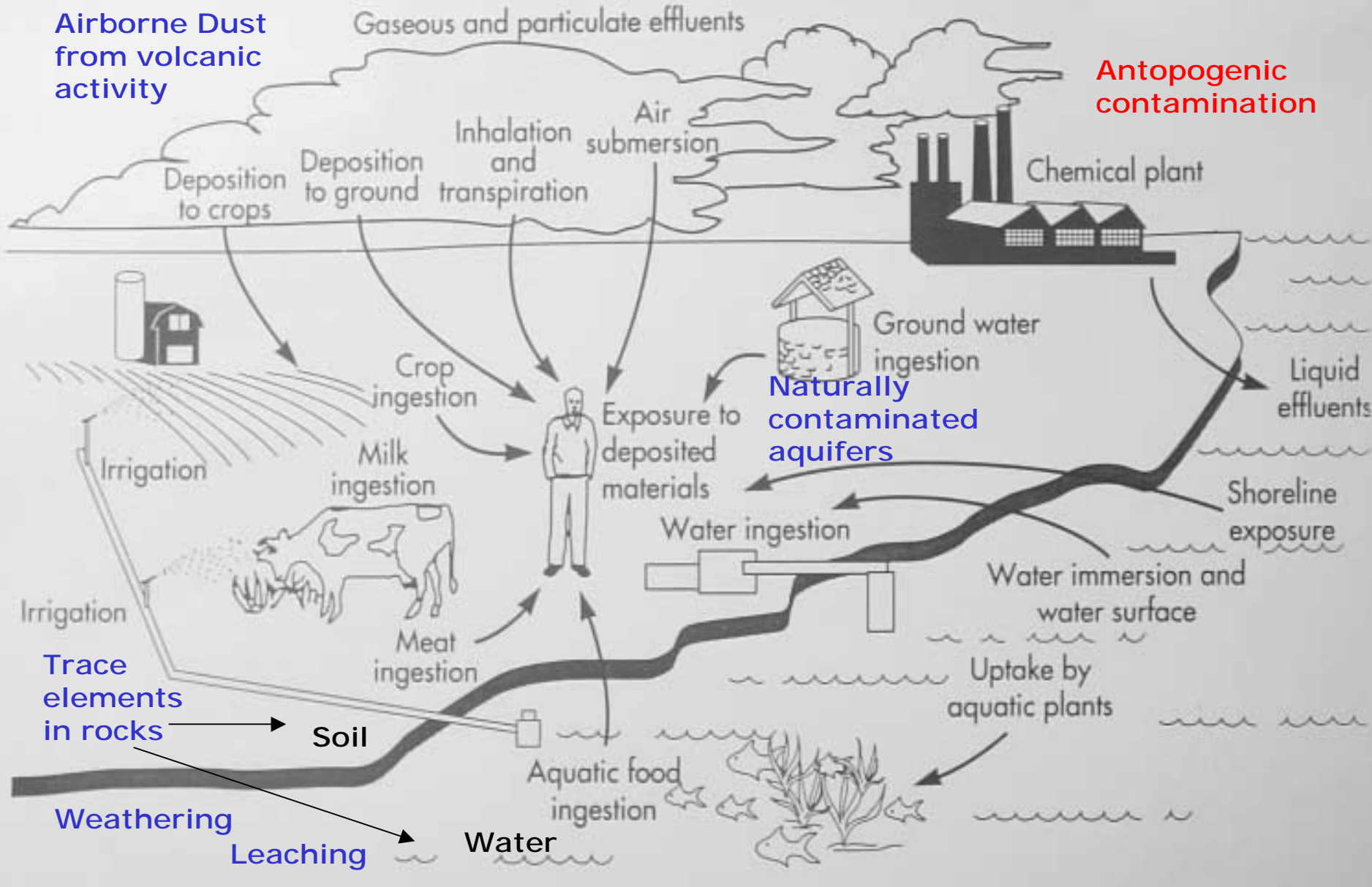
| PAÍS ou ÁREA | TIPO DE FIBRA | % de PLACAS | MM | coment |
|---------------|----------------------|-----------------|------|---------------|
| Áustria | tremolita | 5,3 | nl | vinhateiros |
| Bulgária | antof + tremolita | 2,8 (m) 5,6 (h) | nl | plant.tabaco |
| Córsega | tremolita | 41 (>50 a) | alto | pop.geral |
| Ciprus | tremolita | | alto | pop.geral |
| Checoslováq | desconhecido | 2,7 - 6,6 | ? | trab.rural |
| Finlândia | antofilita | 6,5 - 9,0 | nl | pop.geral |
| Metsovo | tremolita | 46,9 | alto | caiação casas |
| Aridea | ? | 24,2 (>40 a) | alto | pop.geral |
| Nova Caledôn | ? | ? | alto | caiação casas |
| África Do Sul | amosita + crocid | 2,5 - 6,6 | alto | pop.mina |
| Turquia | tremolita + erionita | 1,2 - 25 | alto | pop.geral |
| Rússia | desconhecido | ? | alto | pop.geral |

Fonte: Hillerdal, G. Indoor Built Environ 6:86-95, 1997

Geologic contamination

Airborne Dust from volcanic activity

Antropogenic contamination



ECOTOXICOLOGIA

- **Disciplina recente**
 - **técnicas analíticas mais sensíveis na década de 50**
 - **uso intensivo de pesticidas na década de 60**
 - **Rachel Carson (*Silent Spring*) estimulou o debate e a necessidade de mais pesquisa na área ambiental**

SILENT SPRING

ANNIVERSARY
25TH
EDITION



RACHEL CARSON

ECOTOXICOLOGIA

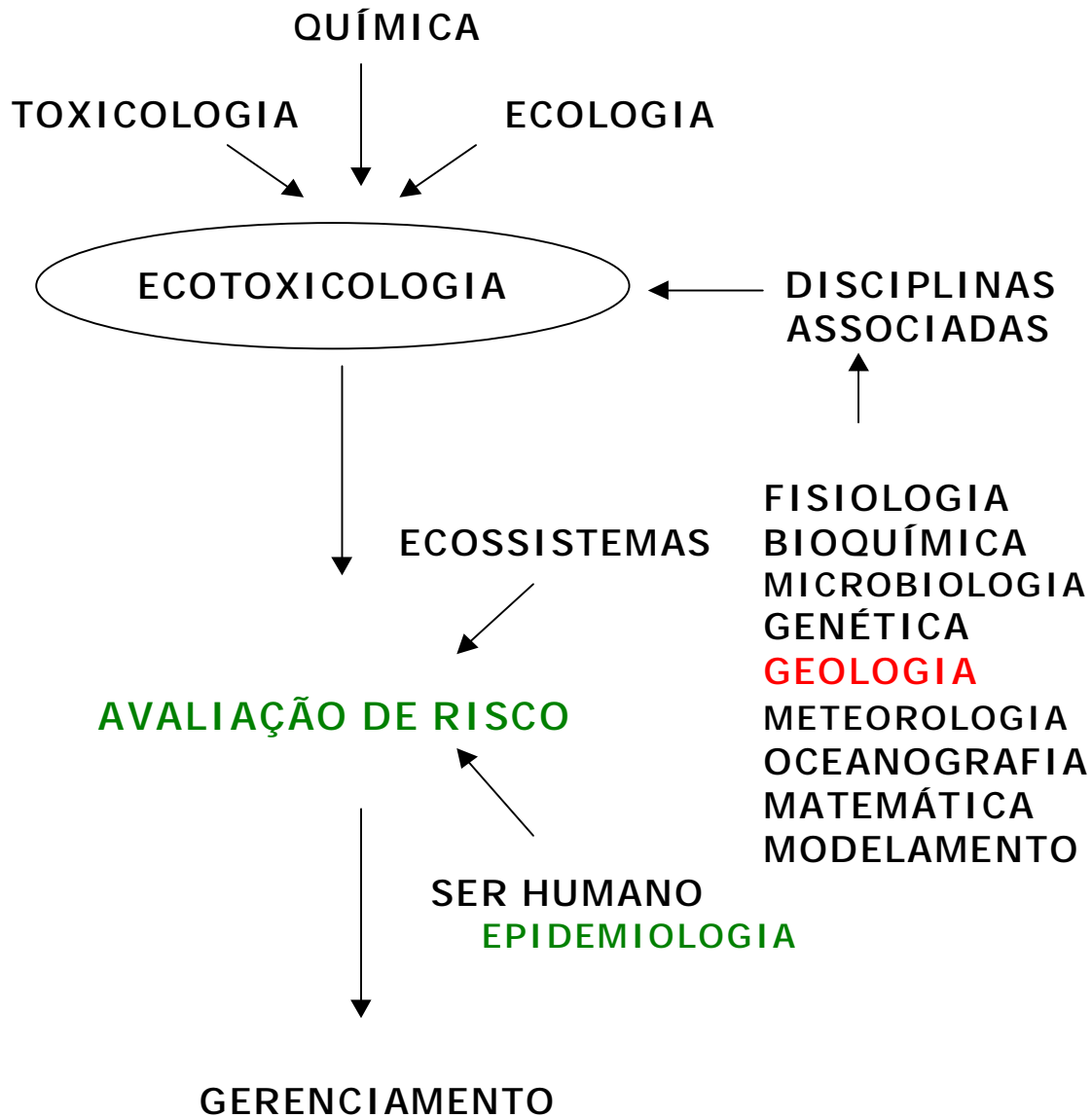
- **Disciplina abrangente**
 - **Mudança de visão dentro da toxicologia**
 - **Toxicologia até então lidava com altas doses**
 - **Toxicidade no meio ambiente = baixas doses**
 - **Necessidade de uma disciplina que abrangesse outras subespecialidades dentro do conceito geral de Avaliação de Situações de Contaminação Ambiental**

ECOTOXICOLOGIA

- Estudo do destino e efeitos de substâncias químicas (xenobióticos) num ecossistema, baseado em métodos laboratoriais e pesquisa de campo (Truhaut, 1969)

ECOTOXICOLOGIA

- **Disciplina que descreve os efeitos tóxicos de vários agentes químicos nos organismos vivos, especialmente em populações e comunidades dentro de ecossistemas (Connell et al, 1999)**



Divisões da Toxicologia envolvidas na ECOTOXICOLOGIA

- Descritiva ou Prospectiva
 - efeitos em animais de experimentação
- Analítica
 - métodos de detecção/análise
 - definição Valores de Referência (VR)
- Clínica
 - diagnóstico de efeitos clínicos
 - monitoramento biológico
- Regulatória
 - definição legal de limites de tolerância

Toxicologia Descritiva ou Prospectiva

- **Efeitos em animais de experimentação**
 - ratos, camundongos, cobraios, coelhos, cachorros, macacos
- **Estudos de curto prazo**
 - **DL 50 (definição grosseira de toxicidade)**
- **Estudos de longo prazo**
 - órgãos mais atingidos
 - efeito carcinogênico
 - efeito teratogênico
 - definição de NEL / NOAEL

Toxicologia Descritiva ou Prospectiva

- **Definição de Curvas Dose-Resposta**
 - fundamentam parte das definições de limites de tolerância da toxicologia regulatória
- **Extrapolação dos dados**
 - **condições artificiais de exposição**
 - **altas doses para se conseguir os efeitos**
 - **exposições “únicas”, controladas**
 - **diferenças metabólicas entre espécies**
 - **não define mecanismos de ação biológica/tóxica**
- **Estudos extremamente caros !!**

DL 50 aguda aproximada de alguns agentes químicos representativos (mg/kg)

| | | |
|-------------------------|---------|-----------------------|
| Álcool etílico | 10.000 | Pouco tóxicos |
| Cloreto de sódio | 4.000 | |
| Sulfato ferroso | 1.500 | |
| Sulfato de morfina | 900 | Moderadamente tóxicos |
| Fenobarbital | 150 | |
| DDT | 100 | |
| Sulfato de estricnina | 2 | Muito tóxicos |
| Nicotina | 1 | |
| <i>d</i> - tubocuranina | 0,5 | |
| Tetrodotoxina | 0,1 | Extremamente tóxicos |
| Dioxina (TCDD) | 0,001 | |
| Toxina botulínica | 0,00001 | |

Toxicologia Analítica

- **Validação de métodos analíticos para os diversos fluidos e tecidos biológicos, e outros meios**
 - sangue, urina, cabelo, unhas, tecidos
 - ar, água, alimentos
- **Característica artesanal de trabalho**
- **Define Valores de Referência para populações não expostas**

Toxicologia Clínica

- **Estudo dos efeitos clínicos**
 - sinais e sintomas / alterações de exames laboratoriais / complementares
- **Definição de critérios diagnósticos de intoxicação**
- **Propõe e interpreta monitoramento biológico**
 - tipos de exames e em quais fluidos ou tecidos
- **Tratamento das intoxicações**
 - uso de antídotos, p.ex.

ECOTOXICOLOGIA

- **Essencialmente ligada ao conceito de Avaliação de Risco (*Risk Assessment*)**
- **Avaliação das populações humanas está dentro do conceito de avaliação da exposição (3a. etapa do Risk Assessment), e avaliação de efeitos clínicos ou subclínicos**

Avaliação de Risco (*risk assessment*)

- **Avalia a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos a substâncias químicas pelo ser humano**
 - **Identificação do risco (*hazard identification*)**
 - **Avaliação da relação dose-resposta**
 - **Avaliação da exposição**
 - **Caracterização do risco**
 - **Gerenciamento do risco**

Avaliação de Risco

- **Identificação do risco (*hazard identification*)**
 - estudos em animais de experimentação
 - estudos epidemiológicos de expostos
- **Relação dose - resposta**
 - extrapolação de curvas obtidas em estudos com altas doses (experimentais ou ocupacionais) para exposições com baixas doses

Avaliação de Risco

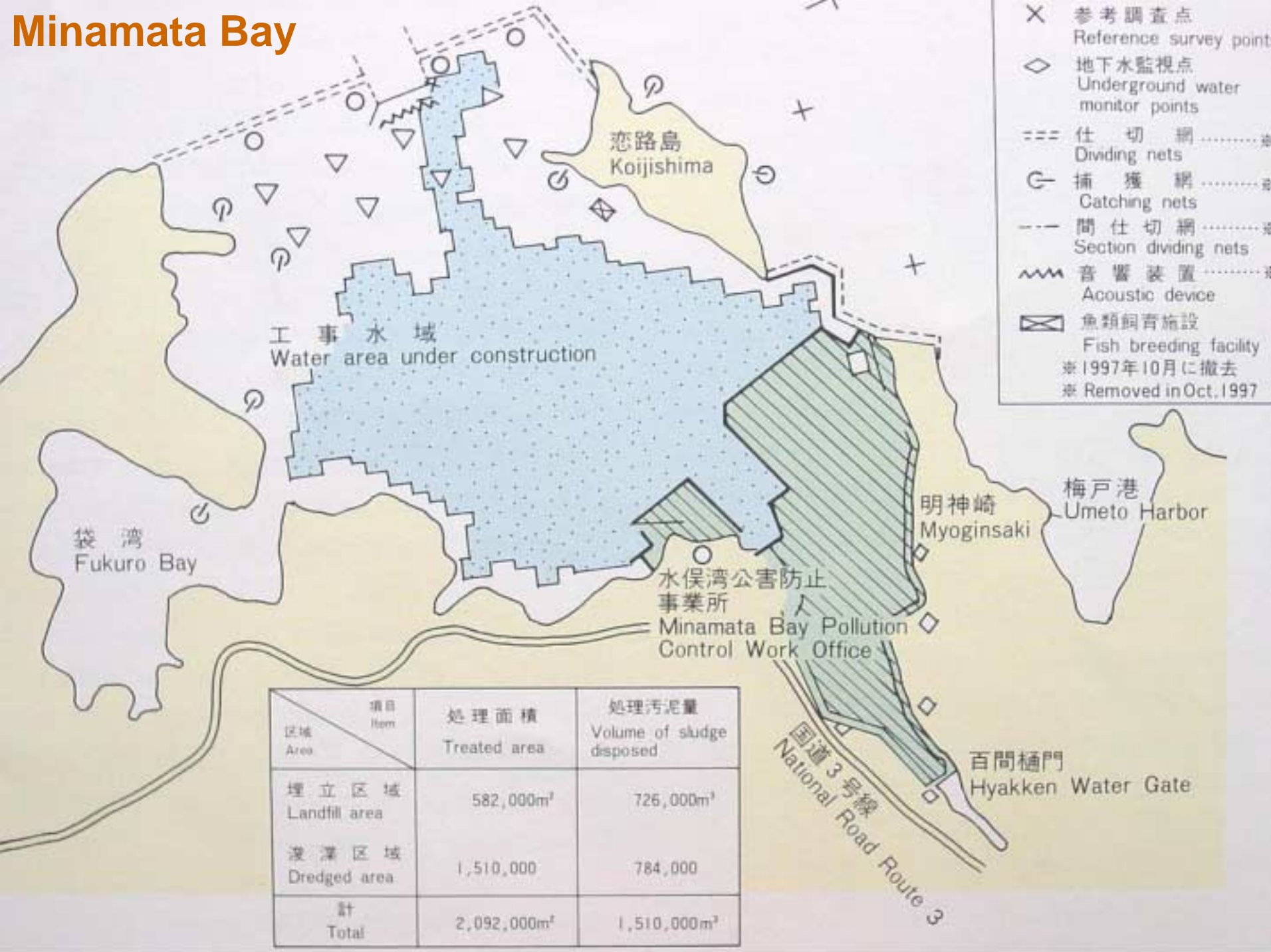
- **Avaliação da Exposição**
 - caracterização da emissão (tipo de fonte, quantidade)
 - monitoramento do ambiente
 - monitoramento biológico
- **Caracterização do Risco**
 - utiliza os dados das avaliações de dose-resposta e de exposição para estimar a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à saúde

Avaliação de Risco

- **Gerenciamento do risco**
 - controle da fonte emissora
 - disposição de rejeitos e resíduos
 - processos de remediação
 - fontes alternativas de água potável
 - mudança no uso do solo
 - controle de ingestão de certos alimentos
 - mudança de comportamentos e hábitos
 - remoção da população



Minamata Bay





Avaliação da Exposição

- **Caracterização da emissão (tipo de fonte, quantidade)**
- **Monitoramento do ambiente**
 - ar, água, solo, poeira, resíduos, etc
- **Monitoramento biológico**
 - **modelo epidemiológico**
 - **escolha do melhor indicador**

Epidemiologia

- Estudo da **DISTRIBUIÇÃO** e dos **DETERMINANTES** de situações e eventos relacionados ao binômio Saúde-Doença em populações específicas, e a aplicação dos resultados do estudo no controle da situação.

Epidemiologia

- **ESTUDO epidemiológico envolve:**
 - inquérito populacional
 - **observação de campo**
 - teste de hipóteses
 - **análise de dados de morbidade já existentes**
 - análise dos dados obtidos
 - **experimentação**

Epidemiologia

- **DISTRIBUIÇÃO** do “fenômeno” com relação a:
 - **tempo** (distribuição temporal)
 - **espaço** (distribuição espacial, geográfica)
 - **características das pessoas**
 - **raça, sexo (gênero), idade**
 - **ocupação, residência, procedência,**
 - **hábitos, doenças prévias, etc...**



6781
3-1

5 5 2001

Epidemiologia

- **Desenho do estudo populacional**
 - estudo transversal (*cross sectional*)
 - coorte prospectiva
- **Estratégias de amostragem**
- **Definição de grupos controle**
- **População de referência**

Aspectos éticos envolvidos nos estudos epidemiológicos e no monitoramento biológico de populações

- ◆ **Respeito às crenças religiosas, nível cultural, e direito de escolha**
- ◆ **Participação voluntária e baseada em informação detalhada e completa sobre o estudo (Conselho Nacional de Bioética)**

Aspectos éticos envolvidos nos estudos epidemiológicos e no monitoramento biológico de populações

- ◆ Divulgação de resultados (comunicação de risco)
 - **individualmente**
 - **grupo**
 - **resultados parciais ?**
 - **potenciais riscos detectados**
 - **medidas a ser tomadas**

Aspectos éticos envolvidos nos estudos epidemiológicos e no monitoramento biológico de populações

◆ Identificação de suscetíveis:

- avaliação individual e especializada
- prognóstico frente à exposição

◆ Cuidados especiais:

- demissão do trabalho
- estigmatização

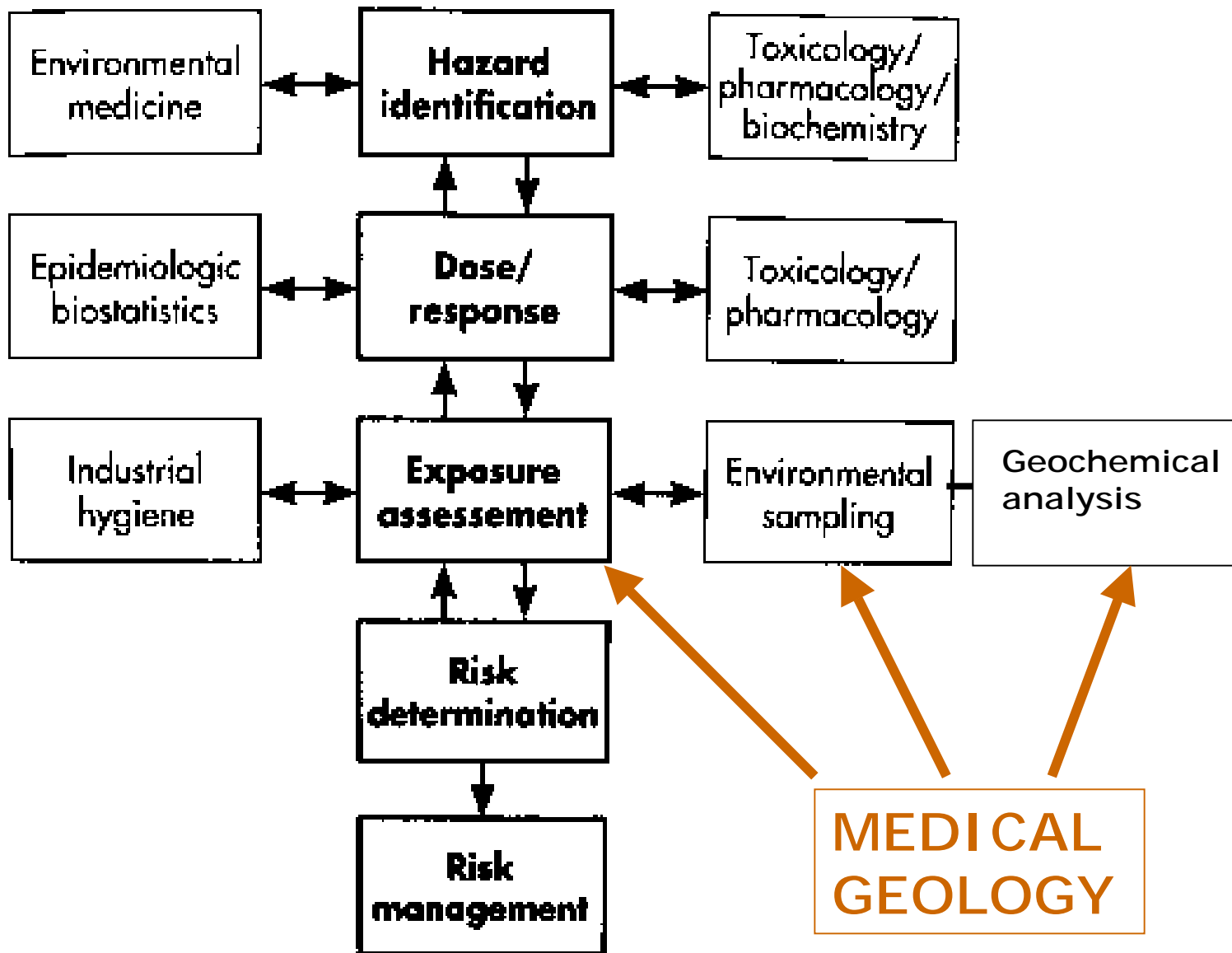


Fig. 3-1. Steps in risk assessment.





***AVALIAÇÃO DE RISCO DA
CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO EM
ÁREAS DE PASSIVOS AMBIENTAIS ORIUNDOS
DA ATIVIDADE GARIMPEIRA NA REGIÃO NORTE
MATOGROSSENSE***

DENSP / ENSP

- Sandra Hacon - Coordenadora Geral
- Renato Farias - Coordenador Regional
- Joaquim Valente
- Reinaldo C. Campos
- Julio Cesar Wasserman
- Edna Yokoo
- Mercedes Estela Rainho
- Roberta Argento

SUB_PROJETOS

- *Avaliação de risco da contaminação por mercúrio em áreas de passivos ambientais da atividade garimpeira na região do Norte de Mato Grosso”*

Avaliação dos níveis de Hg em cabelo da população exposta ao consumo de peixe;

- *Levantamento de Sinais e Sintomas Neurológicos nos Atendimentos do Hospital Geral, Alta Floresta, 1986-1995.*

- *Estudos experimentais em pisciculturas e áreas de passivos ambientais no norte do Mato Grosso;*

INTRODUÇÃO

- ◆ Por que estudar a exposição humana ao Hg?
- ◆ Responsável pelos acidentes de Minamata & Iraque.
 - ◆ Minamata até 1977 com 17 000 indivíduos envenenados
 - ◆ Iraque até 1992 com 6530 indivíduos envenenados e 3 500 mortes
- ◆ Danos do Metil Hg à saúde humana são irreversíveis.
- ◆ T Hg → MeHg através de processos químicos e biológicos

INTRODUÇÃO

Produção de ouro na década de 80/90 na Amazônia 1.500 t

◆ Liberação Hg no mesmo período na região 2.500 -2700 t

◆ Hg alta capacidade de mobilidade & transporte

◆ Poluente Global

◆ Hg tem grande potencial de contaminação ambiental no ecossistema amazônico

◆ Meados dos anos 90 - declínio da atividade garimpeira - razões políticas, econômicas e tecnológicos

◆ Surgem novas atividades econômicas integradas ao potencial da região.

Localização da área de estudo



América do Sul

Mato Grosso

Região Norte do Mato Grosso

Mato Grosso

Cuiabá

Apiacas

Rio São Benedito

Rio Cristalino

Paranaíta

Novo Mundo

Guaranta do Norte

Nova Bandeirantes

Nova Monte Verde

Alta Floresta

Carlinda

Nova Canaa do Norte

Matupa

Peixoto de Azevedo

Rio Peixoto de Azevedo

Rio Juruena

Rio Teles Pires

Rio S. Tomé

Rio Apiaçás

Rio Paranaíta

Rio Iriri

Rio Iriri Novo

Rio Xingu

Rio Teles Pires

OBJETIVO GERAL

- **Avaliar o risco ambiental da contaminação por mercúrio nos municípios representativos da atividade de piscicultura na região no Norte de Mato Grosso.**
- **Desenvolver um mapa preliminar de risco para a região do Norte de Mato Grosso com os atuais cenários de exposição e os prováveis indicadores ambientais que irão subsidiar um Programa de Vigilância Ambiental para a exposição ao Hg.**

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- **Avaliar os estudos realizados nos últimos dez anos sobre a contaminação por Hg na região Amazônica identificando as principais lacunas no conhecimento;**
- **Georreferenciar as pisciculturas e dimensionar a contaminação por Hg nas áreas garimpeiras pretéritas e atuais no Norte de Mato Grosso,**
- **Avaliar a magnitude da exposição ao Hg nas principais espécies de peixes cultivados em pisciculturas e nas bacias de drenagens da região;**

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- **Avaliar o risco que os passivos ambientais representam para desenvolvimento da atividade de piscicultura e para os grupos populacionais diretamente expostos;**
- **Levantar os sinais e sintomas neurológicos nos pacientes atendidos nos Centros de Saúde de Alta Floresta no período de 1986- 1995.**

JUSTIFICATIVA

- ◆ Norte do Mato Grosso - 2ª maior reserva garimpeira da Amazônia, hoje a produção estimada é < que 5 t/a
- ◆ Região norte de Mato Grosso - passivo ambiental oriundo da atividade garimpeira
- ◆ Bacia do Teles Pires -Hg na ictiofauna - 0.5 - 4.0 mg/kg;
- ◆ Atividade de piscicultura representa uma alternativa econômica para a região norte de Mato Grosso.
- ◆ Em 1999-2000 a piscicultura, produziu cerca de 200 t de peixe, o risco potencial da exposição ao Hg passou a ser um componente regional .



A sustentabilidade socioambiental da piscicultura pode estar ameaçada pela potencial contaminação mercurial da região



Garimpo ativo em 2000- Paranaíta



Área de gradada pela atividade garimpeira



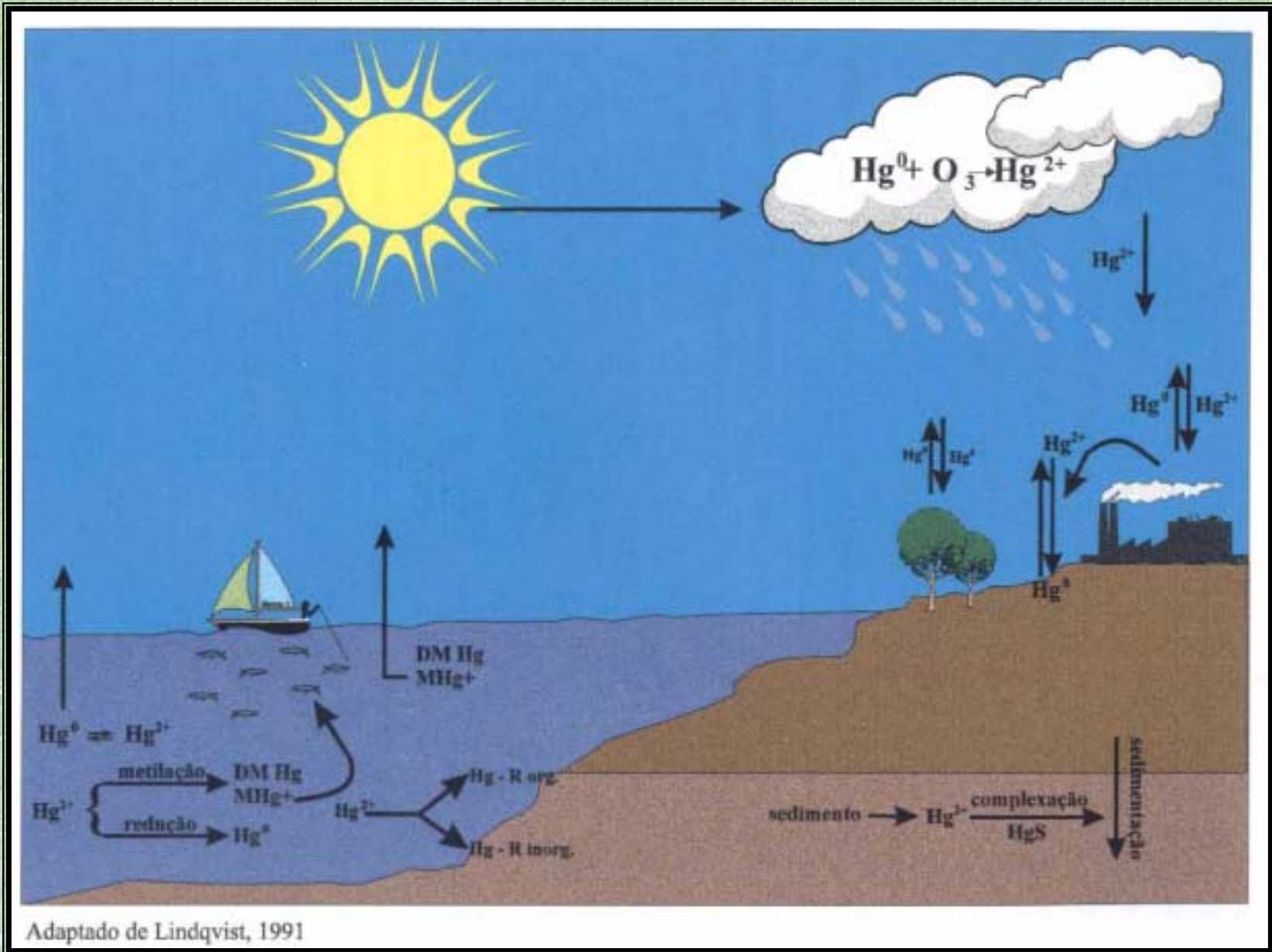
Área potencial para atividade de piscicultura

ATIVIDADE DE PISCICULTURA

- Disponibilidade de área para aquicultura,
- Áreas naturais & histórico de garimpo,
- Potencial hídrico da região,
- Biodiversidade da ictiofauna,
- Baixo impacto ambiental se bem gerenciada,
- Baixo investimento de capital,
- 1995/2001 Investimento 4 milhões
- Produção 200 t /ano

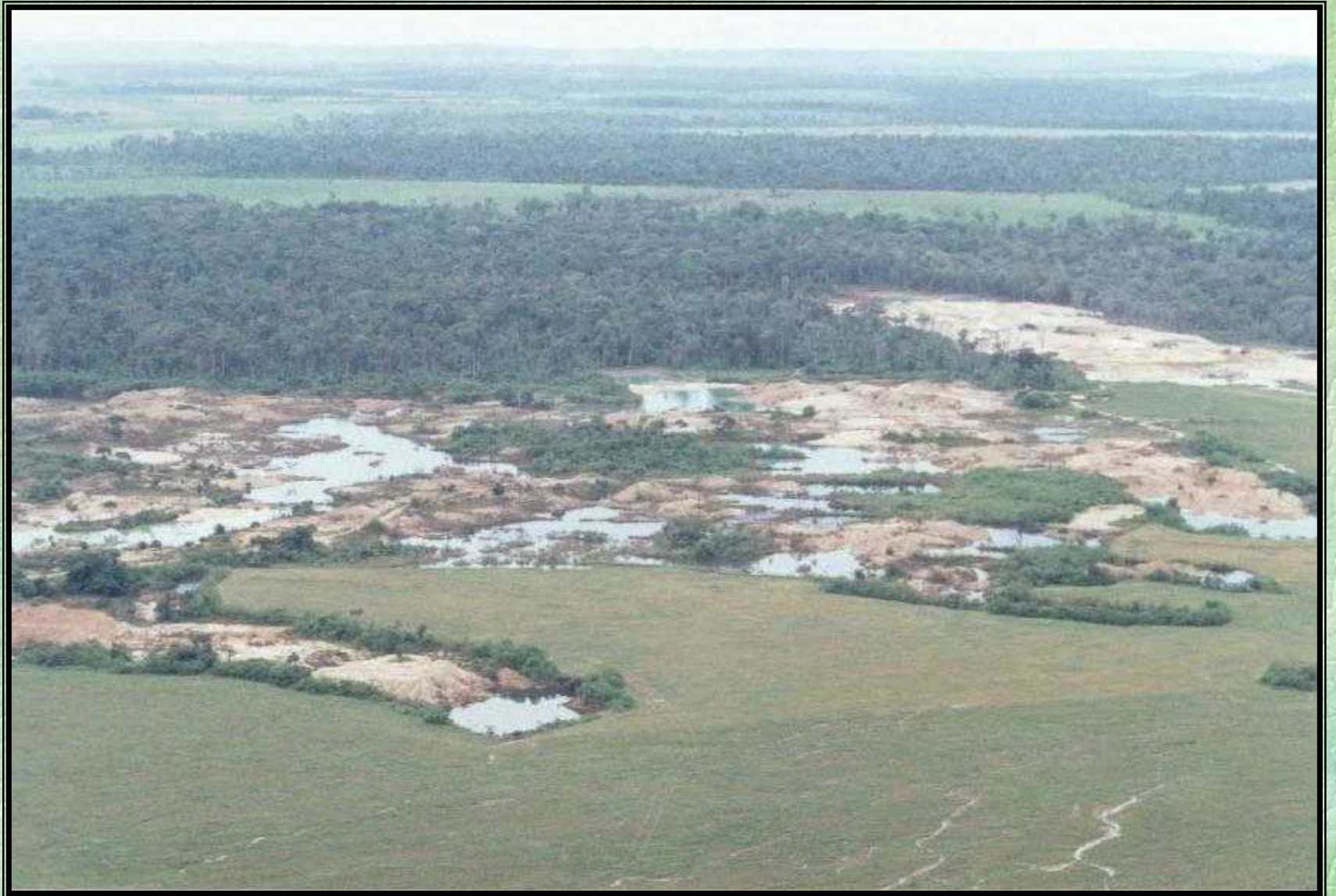


CICLO BIOGEOQUÍMICO DO MERCÚRIO



Adaptado de Lindqvist, 1991





Síntese Metodológica

Etapa Preliminar _

Estudo Piloto
para Validação da metodologia

Revisão e análise da literatura e dados secundários 1990-2002

Diagnóstico participativo da atividade de piscicultura
na região

Avaliação da Exposição Ambiental

Caracterização do risco para população
Ambientalmente exposta ao Hg

Próximo

Etapa Preliminar

Levantamento de dados da região

Inplantação de
Infraestrutura

Identificação, aproximação e reuniões
com os atores sociais da região

Treinamento de pessoal

Estudo Piloto para Validação da Metodologia

- Levantamento e análise dos cadastros das pisciculturas;
- Questionário para caracterização das pisciculturas;
- Critérios de elegibilidade para seleção das pisciculturas;
- Georreferenciamento das áreas de estudo;
- Consumo de peixes de piscicultura;

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

```
graph TD; A[CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE] --- B[Dois anos de cultivo]; A --- C[Idade mínima dos peixes (1 ano)]; A --- D[Pisciculturas com policultivo]; A --- E[Consumo familiar];
```

Dois anos de cultivo

Idade mínima dos peixes (1 ano)

Pisciculturas com policultivo

Consumo familiar

Estudo piloto

Diagnóstico participativo da atividade de piscicultura da região norte do Mato Grosso

Participação dos atores sociais locais

Levantamento e cadastramento das pisciculturas (n =212)

Caracterização das áreas contaminadas por Hg:
- rios
- pisciculturas
- áreas de garimpos ativos e passivos

Programa de amostragem
-peixes (n= 325)
-sedimentos (n= 66)
-perfil de solos (n= 6)
-água (n= 7)
- cabelo (n= 377)

Georreferenciamento das informações

Prog Analítico

Análise e gerenciamento de dados

Avaliação da Exposição Ambiental

Síntese metodológica

Exposição Ambiental



CARACTERIZAÇÃO DA NATUREZA E EXTENSÃO DA CONTAMINAÇÃO



**CONTAMINAÇÃO
DA
ATMOSFERA**

**CONTAMINAÇÃO
DO
SOLO**

**CONTAMINAÇÃO
DOS RECURSOS
HÍDRICOS**

**CONTAMINAÇÃO
DOS
ALIMENTOS**



Dose Potencial



HOMEM

SÍNTESE DA METODOLOGIA

- **Avaliação da exposição ao Hg em áreas urbanas e rurais,**
 - Descrever a magnitude e a extensão espacial da potencial exposição ao Hg;
 - Caracterizar os caminhos e as vias de exposição;
 - Descrever o perfil da variabilidade e as incertezas associadas a exposição.

$$\text{Dose Potencial} = \frac{\text{C} \times \text{TI} \times \text{TA} \times \text{DE}}{\text{P} \times \text{C}}$$

C = concentração média do mercúrio meio (ex. mg/kg peso úmido)

TI = taxa de ingestão do contaminante no organismo (exemplo:mg/kg)

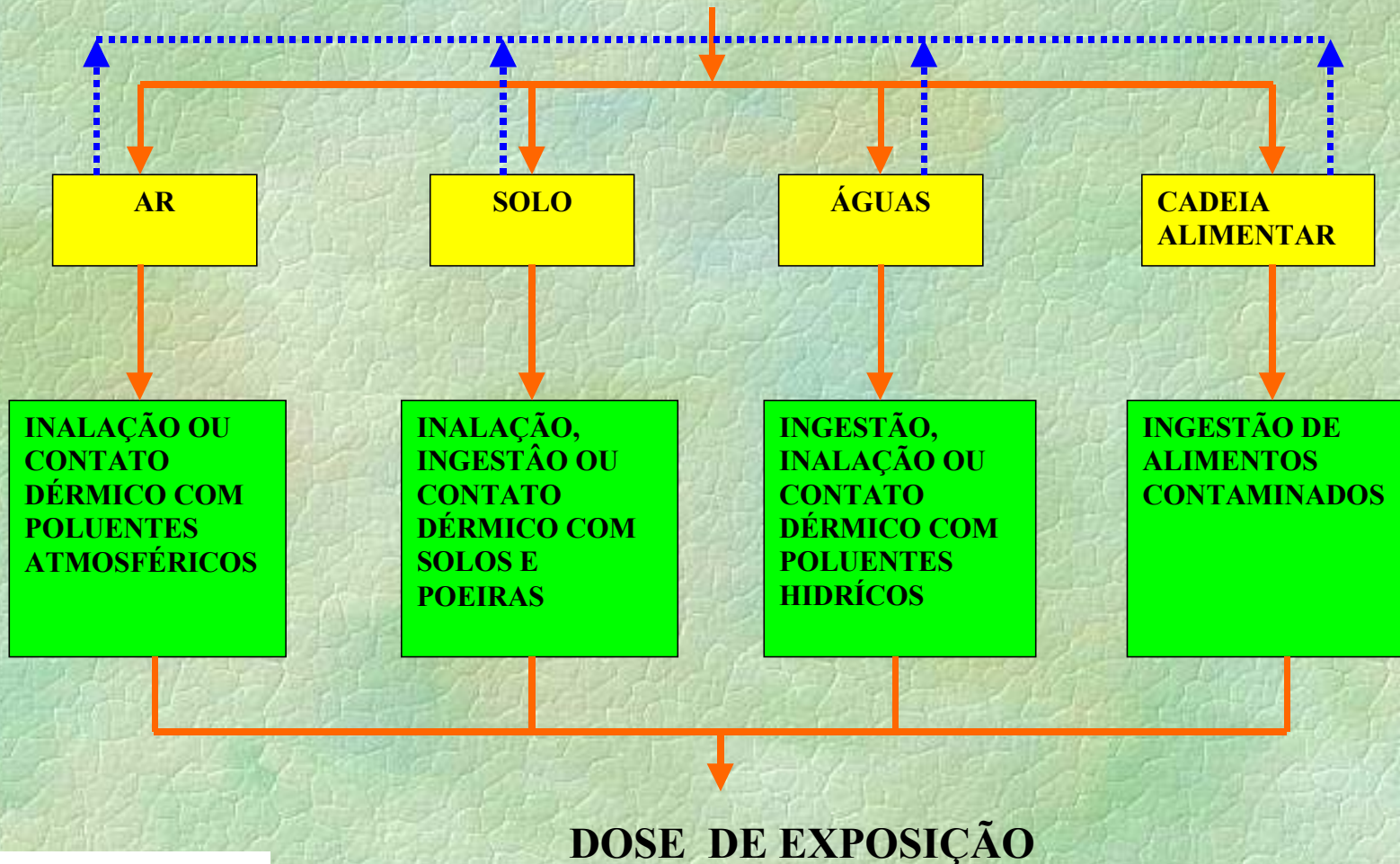
TA = taxa de absorção da substância em %

DE = duração da exposição (horas, dias, anos, etc.)

PC = peso corpóreo (kg)

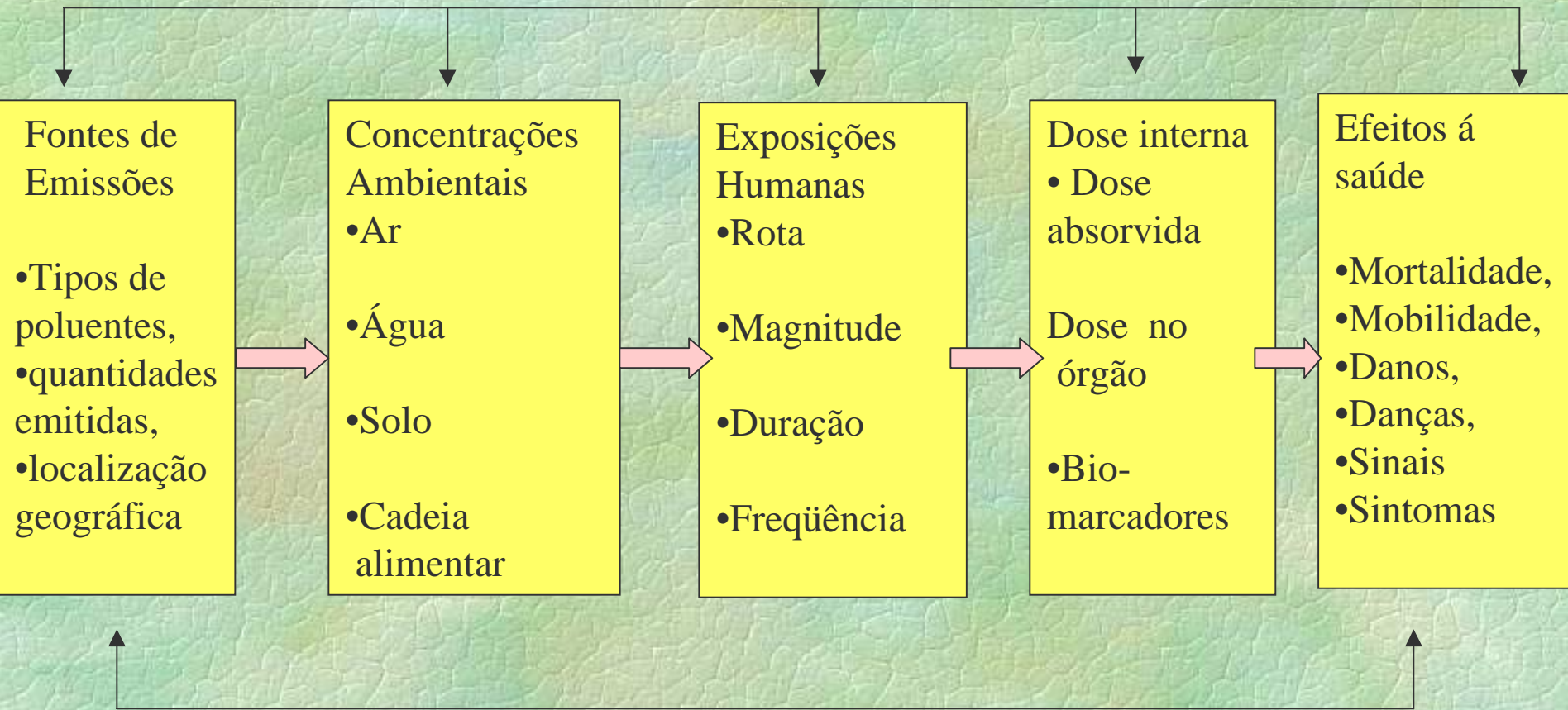
VIAS DE EXPOSIÇÃO HUMANA À POLUENTES AMBIENTAIS

FONTE DE EMISSÃO OU ÁREA FONTE



Fonte: Sexton et al., 1992

INTE-RELAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO D EXPOSIÇÃO NA SAÚDE HUNAMA



Avaliação dos efeitos

- Tipo de efeito
- dose- resposta

Conversão de dose de exposição

$$\text{Taxa de ingestão diária} = \frac{\mathbf{C \times b \times V}}{\mathbf{A \times f}}$$

Onde:

T= taxa ingestão diária

C= Concentração de Hg no sangue,

b= constante de eliminação (dia⁻¹)

V= Volume de sangue no corpo

A= percentual de Hg ingerido (absorvido)

f= fração da dose Hg presente no sangue

Para os valores A, b e f foram usados os descritos em EPA,1996.

- Caracterização da população residente /trabalhadores das pisciculturas;

• Estimativa da Dose Potencial para população exposta

• Caracterização do Risco para a população ambientalmente exposta

• Classificação do risco

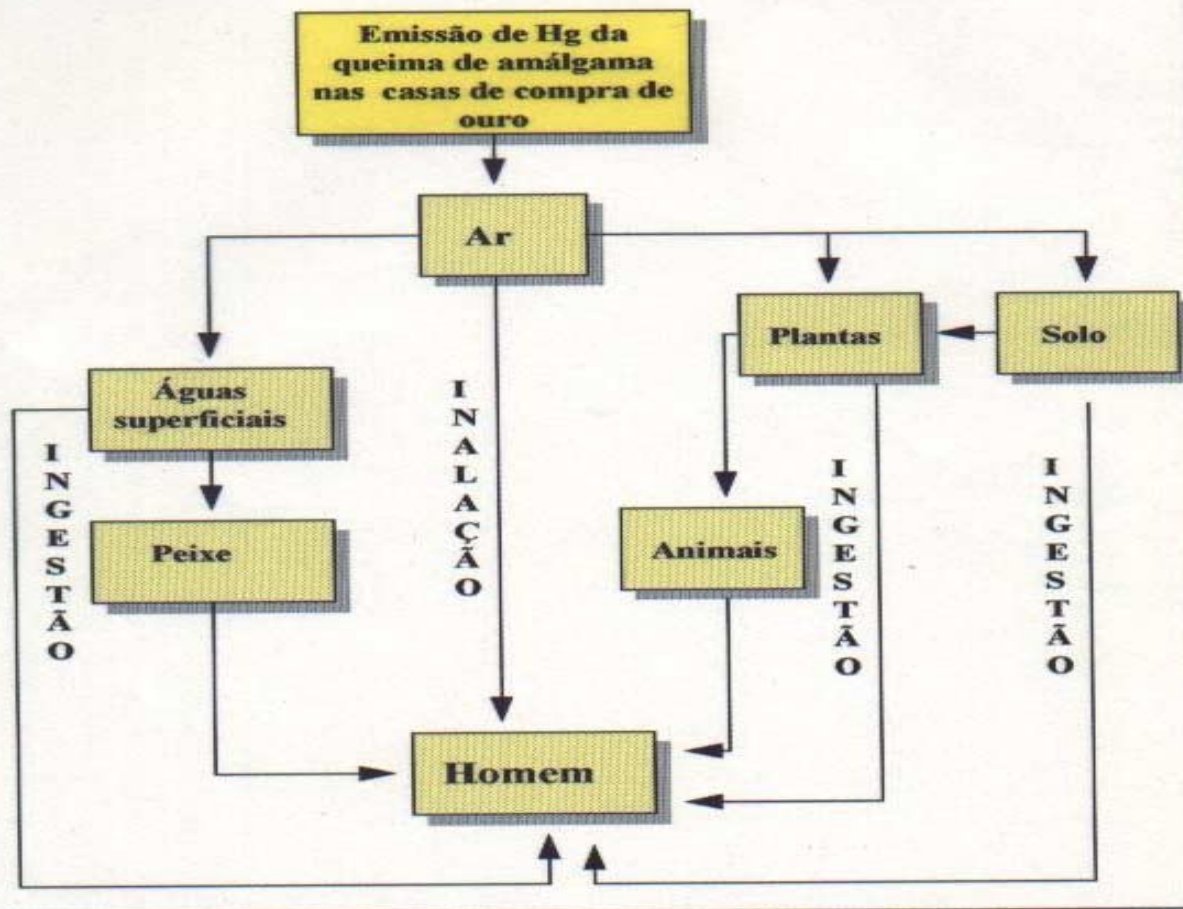
$$QR = \frac{D.potencial\ exp}{RFD}$$

RESULTADOS

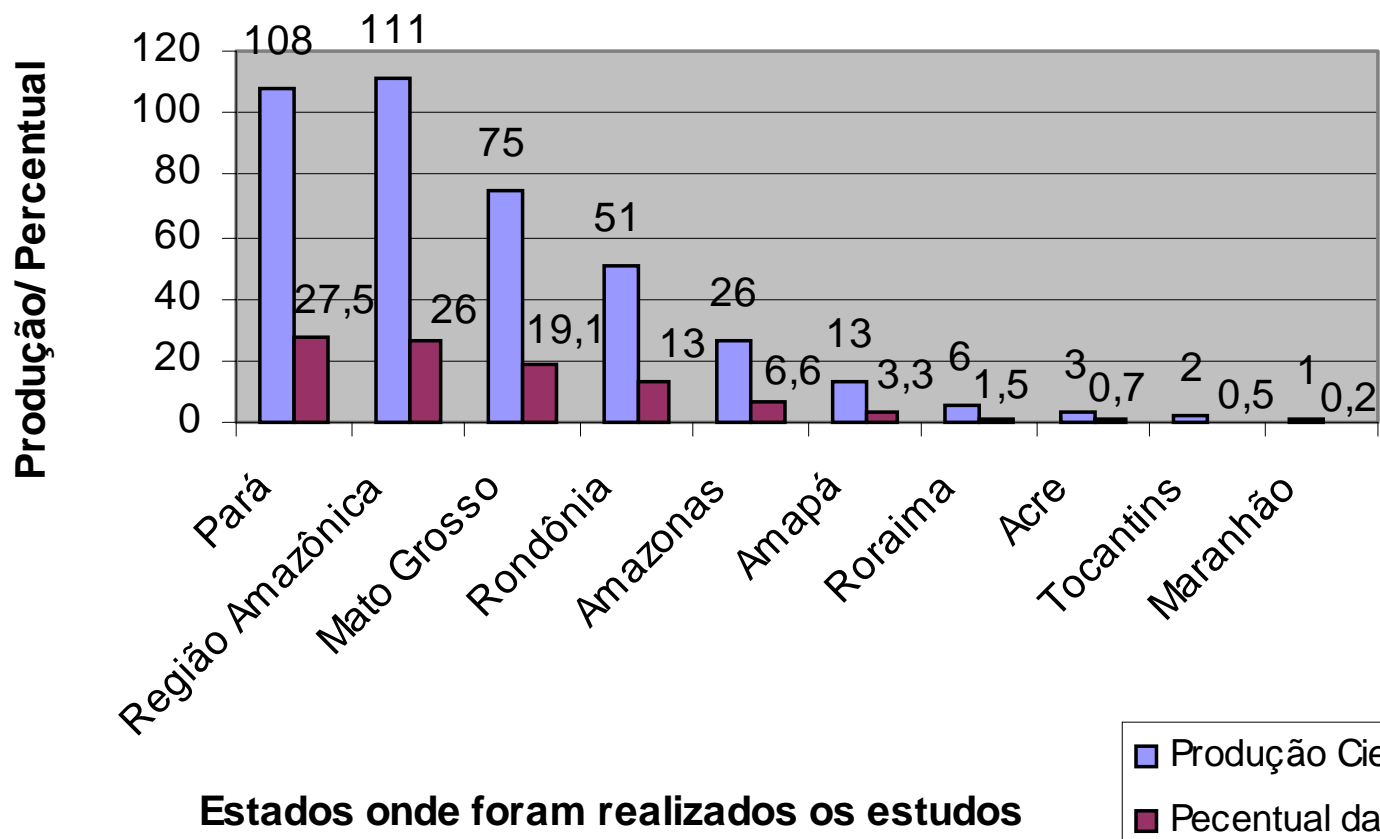
Análise da revisão bibliográfica no período de 1990 a 2002

- 600 artigos levantados - 396 selecionados ;
- avanço no uso da abordagem interdisciplinar refletindo maior integração entre as áreas do conhecimento;
- Capacitação dos laboratórios de análises de Hg e metil-Hg;
 - 85.5% dos artigos - Hg em matrizes ambientais e indicadores biológicos de exposição;
 - 14.5% metil-Hg em cabelo e peixes;
- Incremento de pesquisas com parcerias em nível regional & internacional;
- Aumento do número de pesquisadores da região norte integrando o quadro científico de pesquisa sobre Hg
- Somente 11.5 % de artigos na área de saúde, com ênfase nos estudos neurológicos nas regiões do Pará e Rondônia.

Caminhos e Vias de Exposição em Alta Floresta



RESULTADOS - Revisão Bibliográfica



RESULTADOS

ABORDAGEM PARTICIPATIVA

- Redução expressiva da atividade garimpeira nos dias atuais faz com que o seu impacto direto na região seja negado ou ignorado pelos ex-garimpeiros e pequenos agricultores e minimizado pelo poder público local.
- Conflitos relacionados com as lideranças regionais e com a proposta de modelo administrativo para a piscicultura (empresarial e/ou cooperativas);
- Governo local e regional fomentam a atividade piscicultura visando um novo polo de desenvolvimento para a região;
- Conflitos da política ambiental com a atividade de piscicultura.

RESULTADOS

GEORREFERENCIAMENTO DOS DADOS

Pisciculturas Levantadas (n=212)

Pisciculturas Seleccionadas (n=46)

Área degradada pela atividade garimpeira (3100 km²)

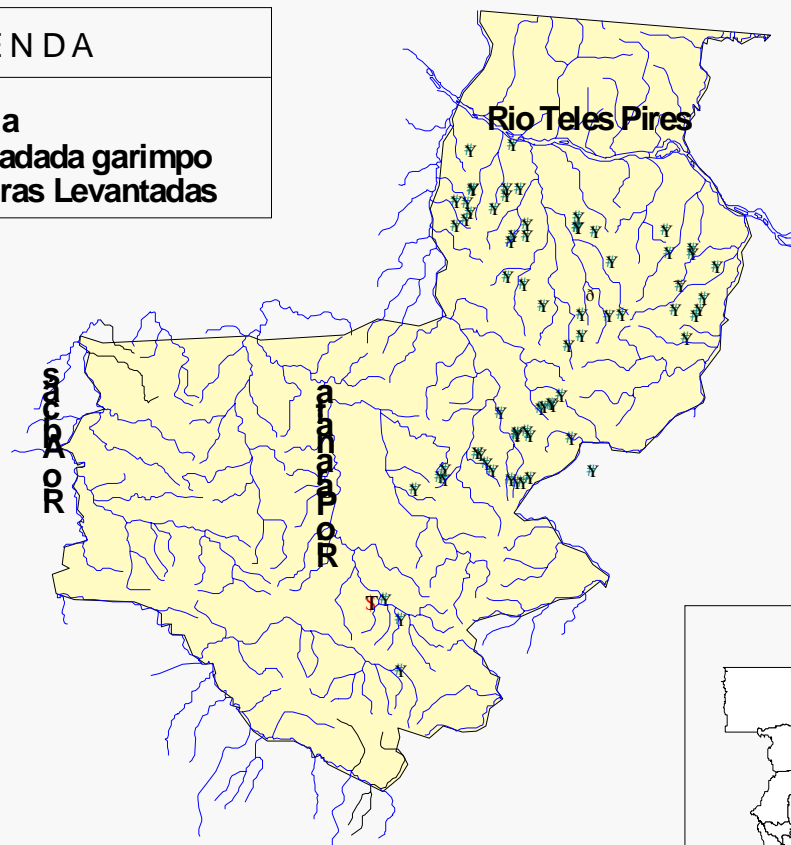
Área de Garimpos ativos (14 km²)

mapas

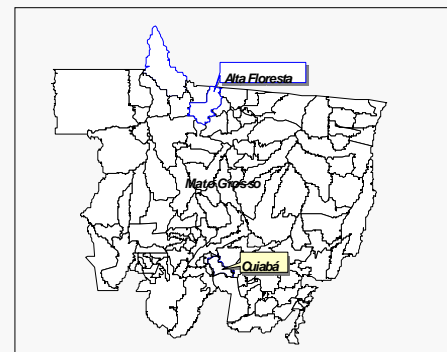
Localização das Pisciculturas Levantadas no município de Alta Floresta

LEGENDA

-  Hidrografia
-  Área degradada garimpo
-  Pisciculturas Levantadas

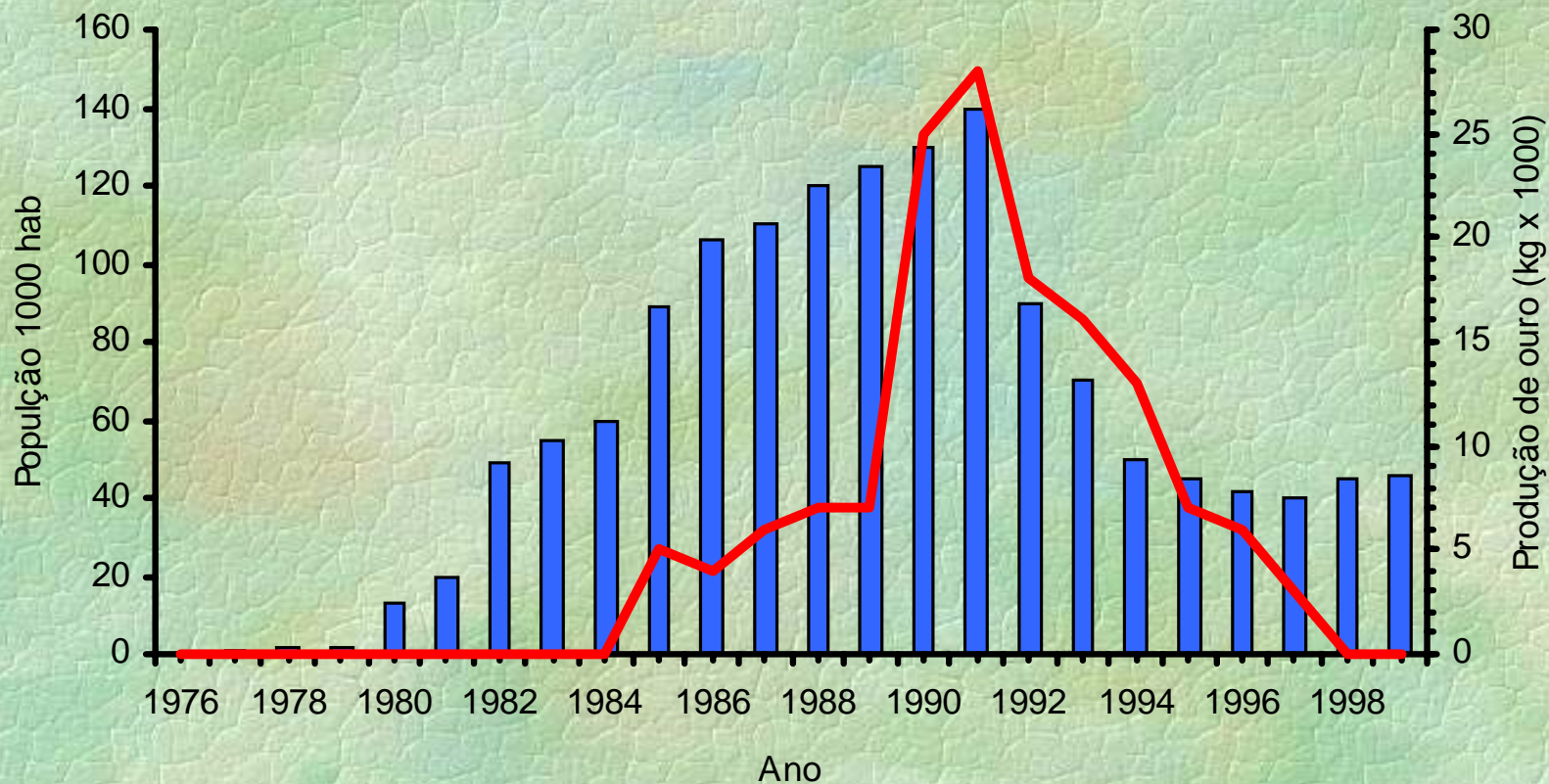


0 50000 Kilometers



RESULTADOS

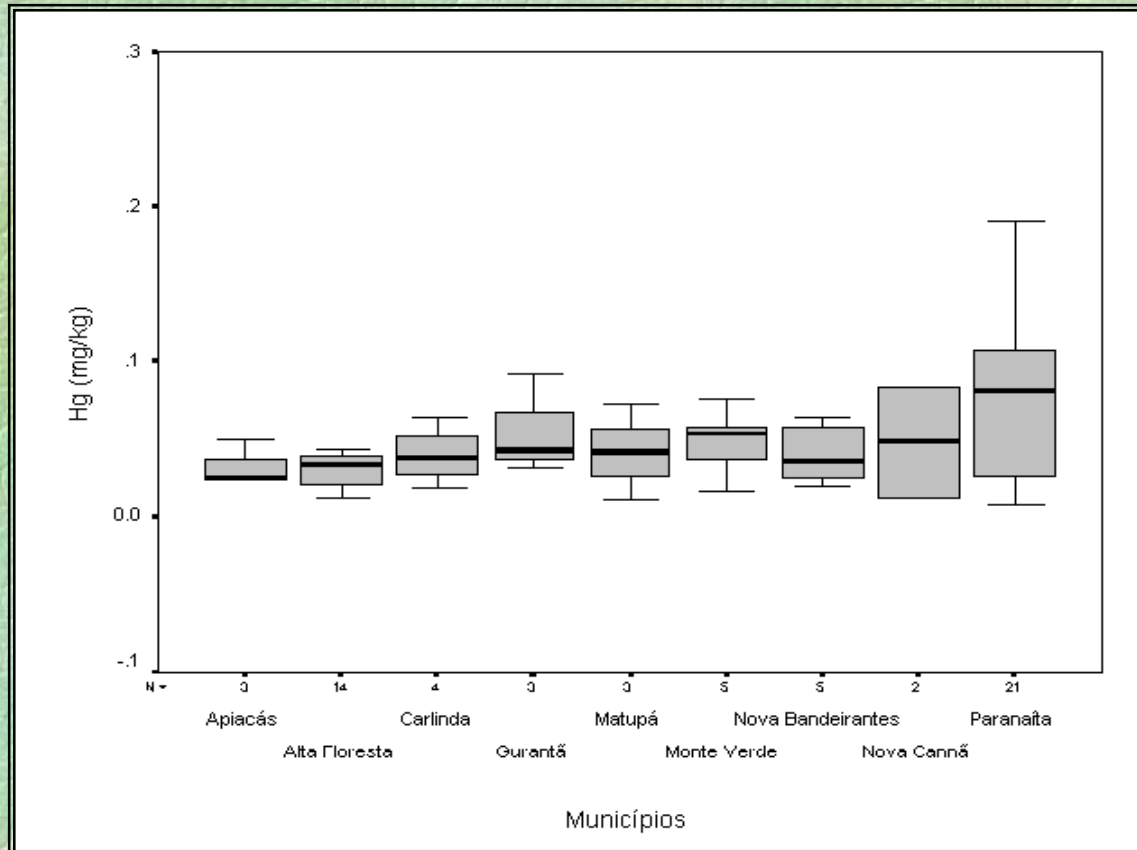
Produção de Ouro no período 1976-1998



População 1000 hab Produção Ouro kg x 1000

RESULTADOS

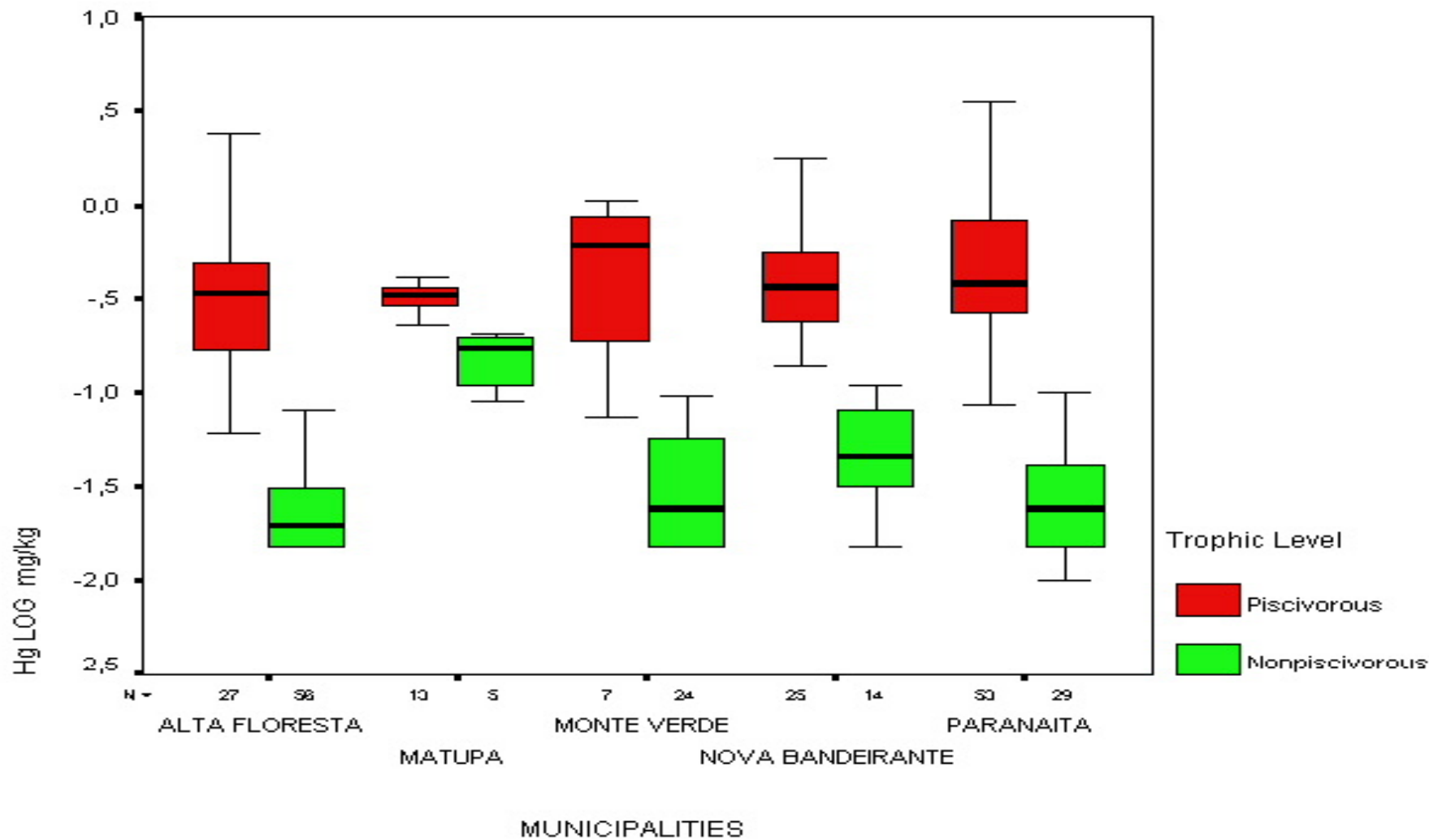
• Avaliação da contaminação mercurial em sedimentos de pisciculturas



Hg (calagem)

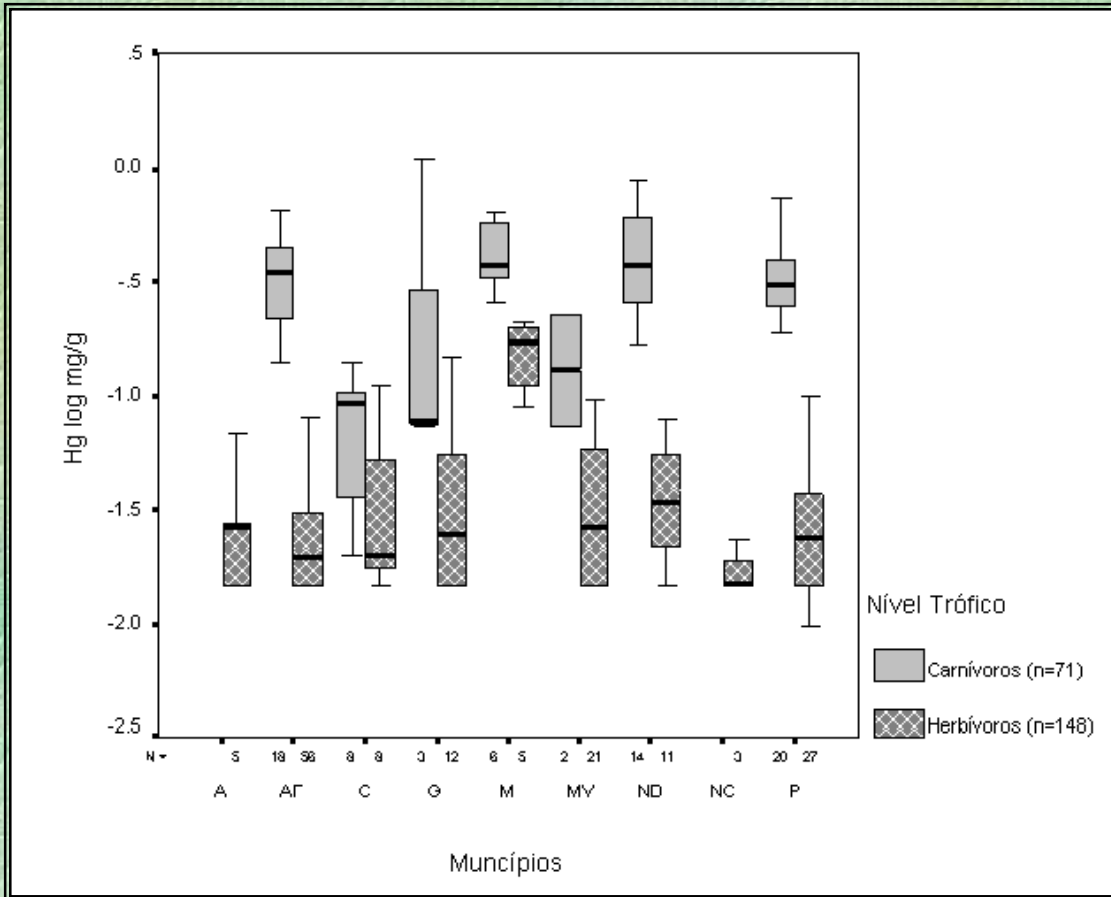
M= 0.06 mg/kg

0.008 - 0.191 mg/kg



RESULTADOS

• Níveis de Hg em peixes de Piscicultura



- 11 espécies analisadas = 219 amostras

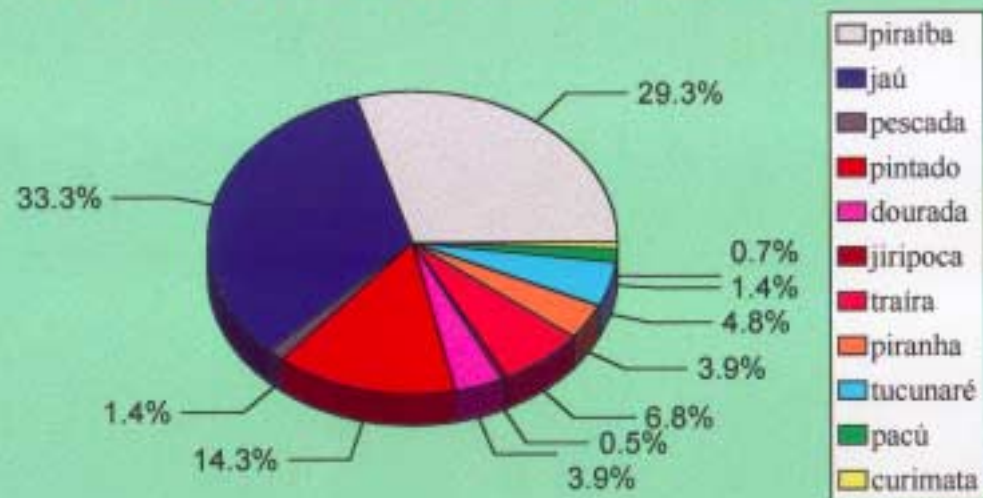
- 68% não carn. (0.036 mg/kg, sd 0.035)

Tambacú 0.2 mg/kg (Matupá)

- 32 % Carn (0.4 mg/kg , sd 0.24)

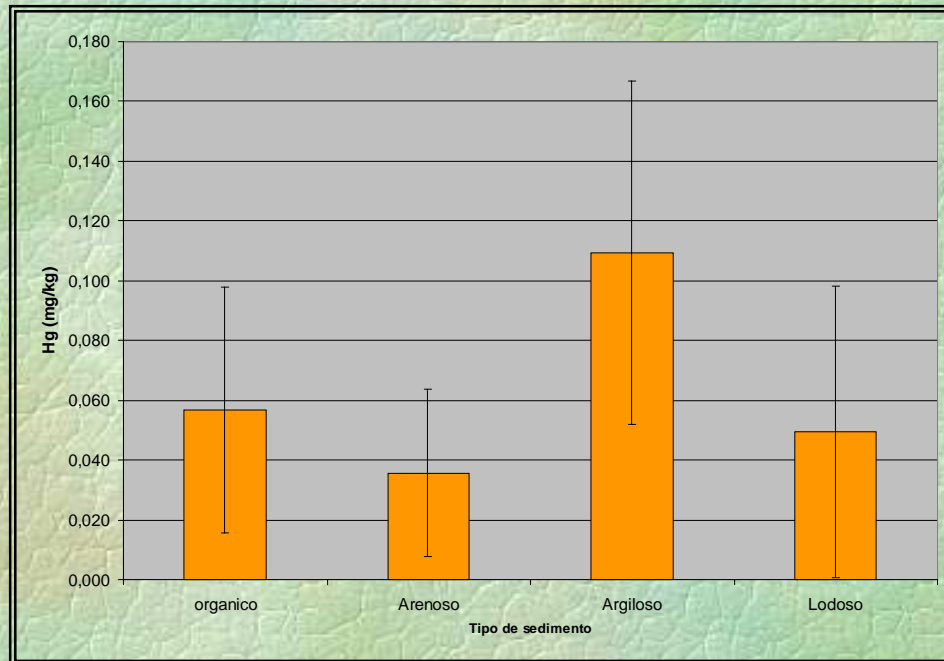
Trairão 1.3 mg/kg (Paraníta)

Consumo de Peixes pela População Urbana de alta Floresta



RESULTADOS

• Avaliação da contaminação mercurial em sedimentos

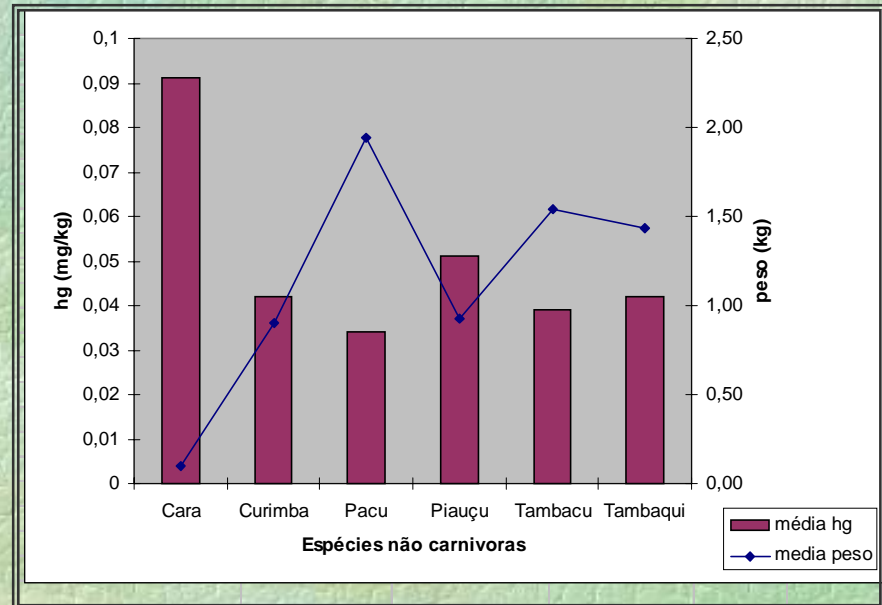
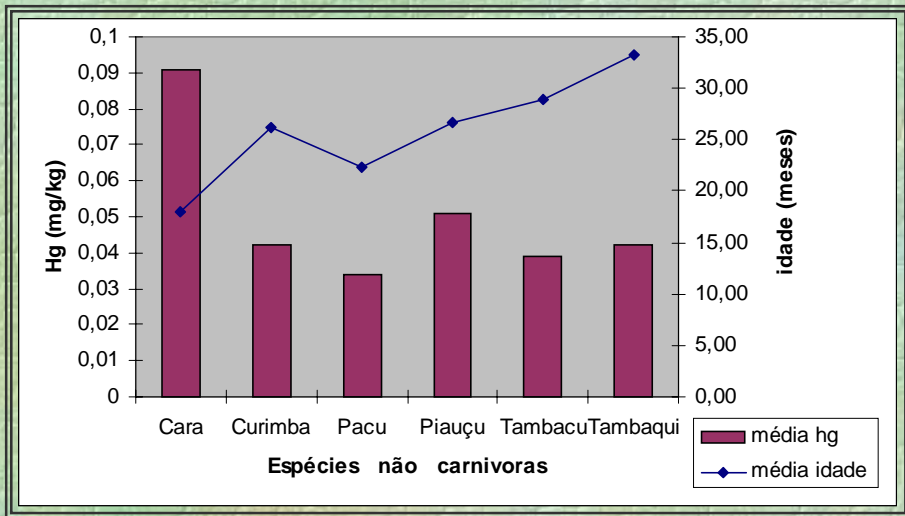


Hg argiloso 0.11 mg/kg
0.006 - 0.17 mg/kg

- Sedimento não é um bom indicador para um programa de gerenciamento da contaminação Hg com a participação da comunidade .
 - não tem valor agregado para incentivar um controle de qualidade;
 - não é suficiente para respaldar um processo de transferência do metal na cadeia biológica;
 - não teve aceitação por parte dos atores envolvidos.

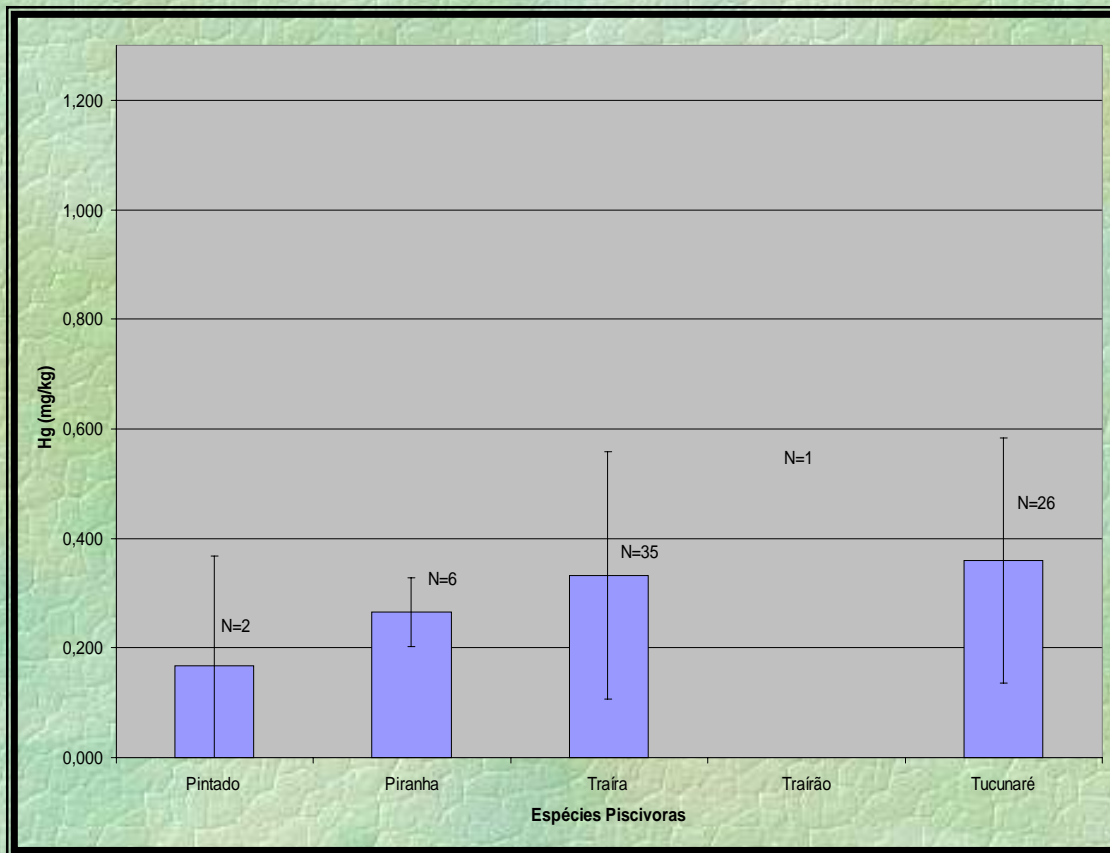
RESULTADOS

Biometria e níveis de Hg em espécies não piscívoras



RESULTADOS

•Níveis de Hg em peixes piscívoros de Pisciculturas



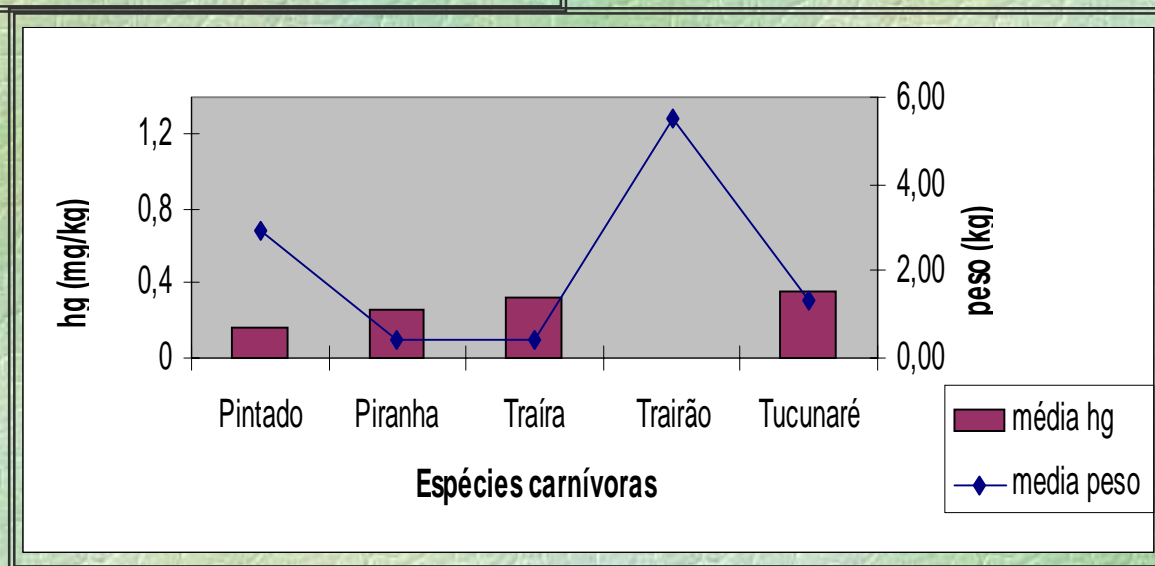
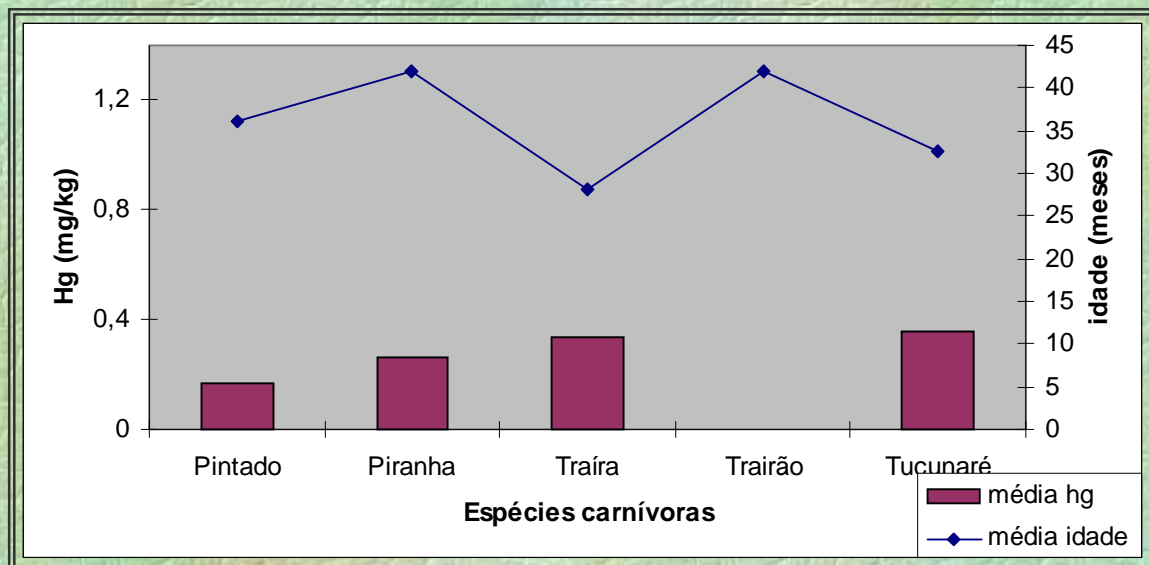
•Trairão (1.3.mg/kg)- Paranaíta

•Tucunaré (1.1 mg/kg)-Guarantã

•Traíra (0.90 mg/kg) N. Bandeirantes

RESULTADOS

• Biometria peixes piscívoros de Pisciculturas



RESULTADOS

• Comparação do níveis de Hg em peixes de Piscicultura e Rio

Classificação quanto ao consumo (WHO,1990)

| Origem do peixe | <0.3 mg/kg | 0.3 – 0.5 mg/kg | > 0.5 mg/kg |
|----------------------|------------|-----------------|-------------|
| Piscicultura n = 219 | 68 % (H) | 12% (C) | 6% |
| | 14 % (C) | | |
| Rio n = 106 | 27.3% (H) | 22.5 % (C) | 37% |
| | 13.2 (C) | | |

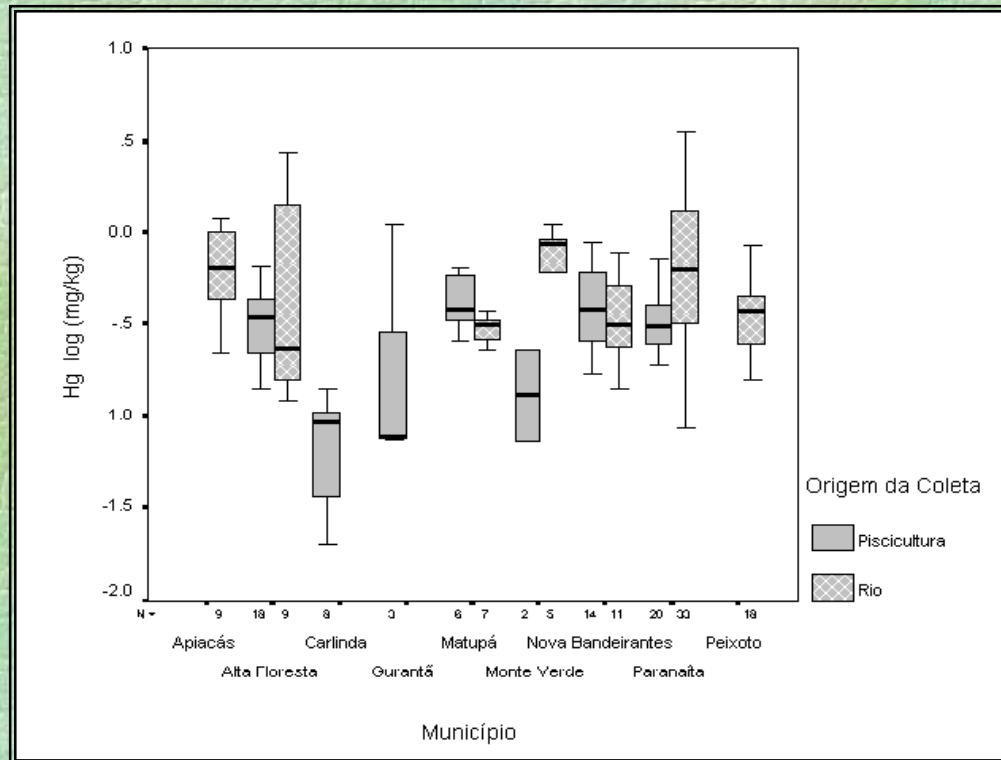
<0.3 mg/kg podem ser consumidos diariamente

>0.3 < 0.5 mg/kg podem ser consumidos eventualmente

>0.5 mg/kg não devem ser consumidos

RESULTADOS

• Comparação do níveis de Hg em peixes de Pisciculturas e de Rio



- Em Rio - 106 espécimes

• Principais Rios da Região

Teles Pires

Apiacás

Paranaíta

Paranaíta - 3.5 mg/kg Piraíba

RESULTADOS

Modelos Preditivos

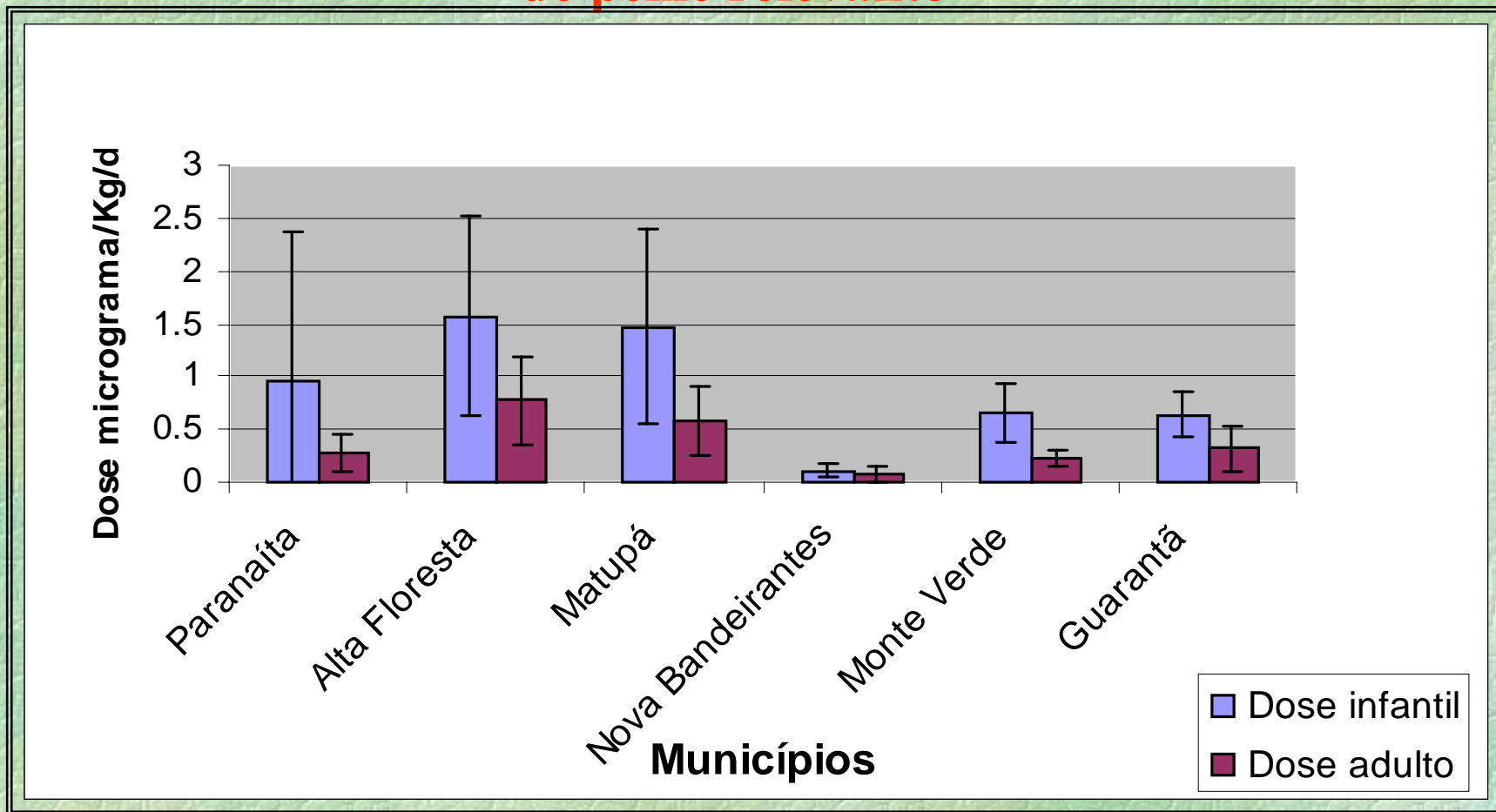
MÉTODO STEPWISE

| Variáveis incluídas | Coefficiente | Significância |
|----------------------|--------------|---------------|
| Constante | 2,676 | 0,014 |
| Calagem | -0,340 | 0,000 |
| Atividade de garimpo | 0,278 | 0,000 |
| Origem da água | 0,237 | 0,000 |
| Adubação | 0,283 | 0,004 |
| Ano do cultivo | -0,001 | 0,035 |

Coeficiente de regressão múltipla $r = 0.73$

RESULTADOS

• Avaliação da Exposição ao Hg nos municípios com consumo de peixe relevante



RfD=0.1µg/ kg/ d

RESULTADOS

Conversão da dose de exposição em níveis de Hg em cabelo e sangue

| Municípios | Ingestão diária média (μ/kg) | Conc média no sangue (μ/l) | Conc média no cabelo (μ/g) | Risco |
|-------------------------|--|--|--|--------------|
| Paranaíba | 0.28 | 15.6 | 3.9 | 2.9 |
| Alta Floresta | 0.77 | 40.43 | 10.0 | 7.2 |
| Matupá | 0.58 | 14.7 | 3.8 | 7.0 |
| Nova Bandeirante | 0.08 | 4.52 | 1.0 | 0.9 |
| Nova Monte Verde | 0.23 | 12.06 | 3.0 | 2.2 |
| Guaranta | 0.32 | 18.04 | 4.5 | 3.0 |

RESULTADOS

Classificação do risco

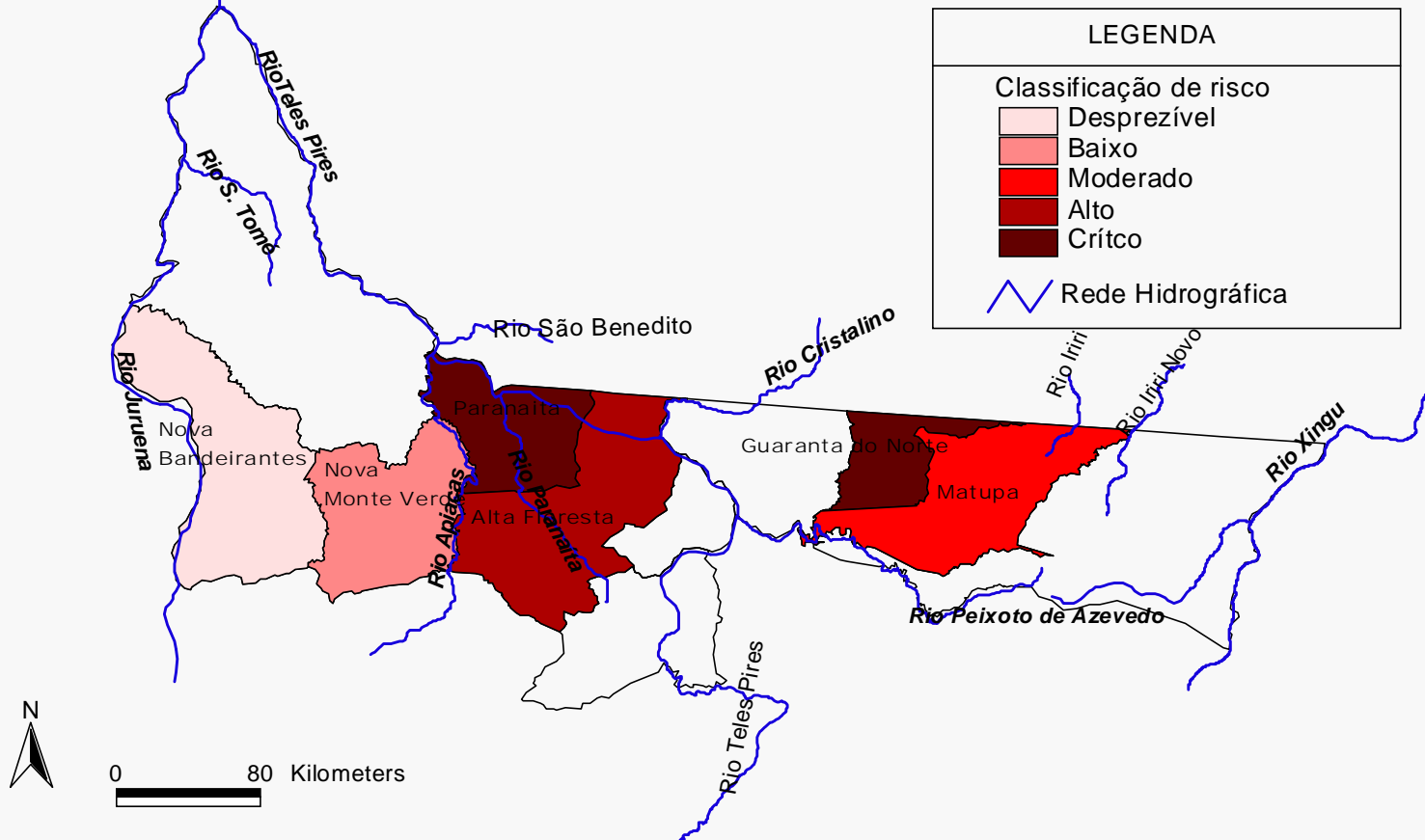
| Município | Média | Variabilidade (5%) | Classificação |
|---------------|-------|--------------------|--------------------------|
| Paranaíta | 2.9 | 0.23-11 (>10) | Baixo- Alto |
| Alta Floresta | 7.2 | 0.37-31(17.5) | Moderado- Crítico |
| Matupá | 7.0 | 1.54-2.5(1.3) | Moderado- Alto |
| Nova Band. | 0.9 | 0.04- 6.0 (2.2) | Baixo |
| Monte Verde | 2.2 | 0.92 - 4.8 (4.0) | Baixo |
| Gurantã | 2.5 | 0.26- 15.3 (7.5) | Baixo - Alto |

Risco: desprezível ≤ 1 ; baixo $> 1 < 5$; moderado $> 5 < 10$; alto $> 10 < 15$ crítico > 15

RESULTADOS

Classificação de risco

Classificação de risco potencial de contaminação mercurial para região norte de Mato Grosso



CONCLUSÕES

Atividade de Piscicultura

- A atividade de piscicultura tem pouca representatividade no contexto econômico da região, se refletindo principalmente no sustento familiar e no retorno do pequeno agricultor à área rural;
- A política ambiental do estado não considera os passivos ambientais da atividade garimpeira como uma ameaça ao gerenciamento dos recursos hídricos;
- O limitado conhecimento da dinâmica do Hg nos processos biogeoquímicos da Amazônia dificulta a caracterização do destino e transporte das fontes naturais e antropogênicas de Hg na região.

CONCLUSÕES

Avaliação da informação disponível.

- Os estudos sobre a saúde das populações expostas ao Hg realizados na Amazônia carecem de estudos do perfil epidemiológico dos grupos estudados, conseqüentemente a situação endêmica da região, também não é considerada.
- Os estudos relacionados com os efeitos neurotóxicos do Hg associados com a exposição uterina e/ou adulta não refletem os fatores de risco determinantes destes efeitos.
- Os testes utilizados na avaliação dos efeitos neurocomportamentais, principalmente aqueles relacionados à avaliação das funções cognitivas, carecem de validação para a região Amazônica.

CONCLUSÃO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

- O processo de biomagnificação do Hg em peixes carnívoros cultivados em pisciculturas ocorre em todas as áreas estudadas, independente da ocorrência de garimpo ou não no passado;
- As espécies tambaquis e tambacús podem ser cultivadas em pisciculturas em áreas naturais e/ ou com histórico de atividade garimpeira, sem que seu consumo comprometa a saúde dos indivíduos expostos. Entretanto, para maior segurança do consumidor, estas espécies devem ser consumidas com peso acima de 1.5 kg e ter mais de um ano de cultivo.

CONCLUSÃO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

- O consumo das espécies tucunaré, trairão, traíra e piranha cultivados em pisciculturas representam risco potencial para as comunidades locais quando o consumo ultrapassar a ingestão diária de 100 gramas ou 700 gramas semanais.
- A exposição ao Hg na região norte de Mato Grosso pode ser classificada como baixa. Entretanto, os efeitos adversos à saúde humana relacionados à baixas doses de metilmercúrio ainda são desconhecidos na região Amazônica.

CONCLUSÃO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

- A análise do modelo de regressão múltipla revelou que as variáveis calagem e ano de cultivo exercem um papel protetor da contaminação mercurial.
- O baixo valor da dose de exposição estimado Nova Bandeirante se deve a baixa taxa de ingestão de peixes da região (media de 23g/d).
- A elevada dose de exposição em Alta Floresta pode ser explicado pelo elevado consumo de peixes, 10 vezes maior em relação a 1995.

CONCLUSÃO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

- Os maiores valores de dose para os indivíduos adultos foram encontrados em Matupá e Paranaíta com $5.8 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$ e $11.7 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$, respectivamente. Os fatores de risco que explicam esta variação de dose são:
 - i) o alto consumo de peixes carnívoros em Matupá que chega a 70 % do consumo no grupo estudado;
 - ii) as elevadas concentrações de Hg nas espécimes carnívoras.
- A dose de exposição infanto-juvenil para os municípios de Alta Floresta ($1.5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$), Matupá ($1.4 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$) e Paranaíta ($0.9 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$) representam risco em relação aos efeitos adversos à saúde humana.

CONCLUSÃO

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

- A simulação de cenários de exposição para a população infanto-juvenil evidenciou a importância de se investigar estes grupos em relação a uma avaliação neurológica adaptada as características culturais e sociais.
- A classificação do risco ao Hg na região aponta a necessidade de ações de gerenciamento prioritárias para Alta Floresta e Matupá.
- O risco de exposição do Hg relacionado ao consumo de peixes de rios é em média 2.5 vezes maior do que o consumo de peixes de piscicultura.

CONCLUSÃO GERAL

- É necessário que os piscicultores, poder público local, as associações representantes das comunidades e as cooperativas, se conscientizem dos riscos potenciais que a contaminação mercurial pode causar a economia local e regional, incluindo o turismo, o ambiente e a saúde das populações expostas ao Hg através do consumo de peixe carnívoros.
- A construção do processo de formulação de indicadores de vigilância ambiental em saúde deve instituir um canal de discussão e intercâmbio de informações com os proprietários, gerentes, trabalhadores das pisciculturas e com os atores governamentais, além de Ongs com atuação na região;

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Escritório Rio de Janeiro

- LAMIN -Laboratório de Análises Minerais**
- Levantamento Geoquímico Ambiental - Estado do RJ**
- Projeto APA Sul**
- Geologia Médica**
- Contaminação Humana e Ambiental por Chumbo no Vale do Ribeira - São Paulo e Paraná**
- DERID - Departamento de Relações Institucionais**
- Biblioteca**

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN

ATUAÇÃO DO LAMIN NO
PGAGEM

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN

- ÁGUA
(cátions)

ICP – Espectrometria de Emissão com Fonte de Plasma (pacote com 26 elementos)

| | |
|------------------------|-----------|
| Be, Cd, Sr, Li, Mn, Zn | 0,001mg/L |
| Ba, B, Co, Fe, Ni | 0,002mg/L |
| Pb, Sc, Mo | 0,005mg/L |
| As, Cu, Mg, Sn, Si, W | 0,01mg/L |
| Cr, Se, V | 0,02mg/L |
| Ti | 0,05mg/L |
| Al, Ca | 0,1mg/L |

AA – Espectrometria de Absorção Atômica

| | |
|-------|-----------|
| Na, K | 0,1mg/L |
| Hg | 0,05 mg/L |
| Sb | |

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN

Cromatografia de íons (pacote com 7 ânions)

- ÁGUA
(ânions)

| | |
|---------------------------|----------|
| Fluoreto | 0,01mg/L |
| Cloreto, Brometo | 0,05mg/L |
| Nitrito, Sulfato, Nitrato | 0,1mg/L |
| Fosfato | 0,2mg/L |

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN

| | | |
|---|---|---|
| <p>Digestão com HNO₃, a quente Parcial para Silicatos</p> | <p>AA-Espectrometria de Absorção Atômica</p> <p>Ag, Cd, Li Co, Cu, Mn, Ni, Zn Cr*, Mo* Pb, V* Bi Fe</p> <p><i>*Chama de N₂O-C₂H₂</i></p> | <p>0,2 ppm 1 ppm 2 ppm 4 ppm 5 ppm 0,01%</p> |
| <p>Digestão com Água Régia, a quente Parcial para Silicatos</p> | <p>AA-Espectrometria de Absorção Atômica</p> <p>Ag, Cd, Li Co, Cu, Mn, Ni, Zn Cr*, Mo* Pb, V* Bi Fe Ag Fe, Na, K</p> <p><i>*Chama de N₂O-C₂H₂</i></p> | <p>0,2 ppm 1 ppm 2 ppm 4 ppm 5 ppm 0,01% 0,2 ppm 0,01%</p> |
| | <p>AA GH - Espectrometria de Absorção Atômica - Geração de Hidretos</p> <p>Sb, Bi</p> | <p>1 ppm</p> |
| | <p>ICP/AES - Espectrometria de Emissão com Fonte de Plasma</p> <p>Be, Cd, Co, Li, Sr, Y, Zn Mo, Ni As, B, Ba, Pb, Sc, Sn, W Cr, Cu, La, V Mn P Ti Al, Ca, Mg</p> | <p>0,1 ppm 0,2 ppm 0,5 ppm 1 ppm 2 ppm 5 ppm 10 ppm 0,01%</p> |

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN

| | | |
|---|--|---|
| Digestão com HNO₃, HF, HCl, HClO₄ | AA-Espectrometria de Absorção Atômica Cd, Li Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sr*, V*, Zn Ba* *Chama de N ₂ O-C ₂ H ₂ | 1 ppm 5 ppm 10 ppm |
| | ICP/AES-Espectrometria de Emissão com Fonte de Plasma Be, Sc Ba, Co, La, Li, Sr, Y, Zn Cu, Ni, Pb, V, W Ca, Fe, Mg, Mn, Ti P | 0,5 ppm 1 ppm 2 ppm 0,01% 0,02% |
| Total para Silicatos | | |

| | | |
|--|---|---------------------------|
| Digestão com EDTA a frio | AA- Espectrometria de Absorção Atômica Cd, Li Co, Cu, Mn, Ni, Zn Pb | 0,2 ppm 1 ppm 4 ppm |
|--|---|---------------------------|



LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



rio Paraíba do Sul



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



**LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO
AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

DEGET - DIGEOQ



EQUIPE EXECUTORA

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



- **Antonio José Andrade Ramos**
- **Eronilton Moraes Cavalcanti**
- **Fernanda Gonçalves da Cunha**
- **Gilberto José Machado**



OBJETIVOS

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



- Efetuar o **reconhecimento geoquímico**, através da coleta de amostras de **sedimento de corrente, água**, no Estado do Rio de Janeiro, para determinar a abundância e dispersão dos elementos químicos, de tal modo que possam ser utilizados como **indicadores de contaminação natural ou poluição** provocada por atividade **antrópica**.

- Construir uma **base de dados geoquímicos** multielementar, como também, **mapas geoquímicos**, para que possam ser utilizados em outros estudos, quer sejam no âmbito da geologia, como também, em outras áreas, como agricultura e pecuária, uso e ocupação do solo, saúde pública e saneamento básico, no Estado do Rio de Janeiro.

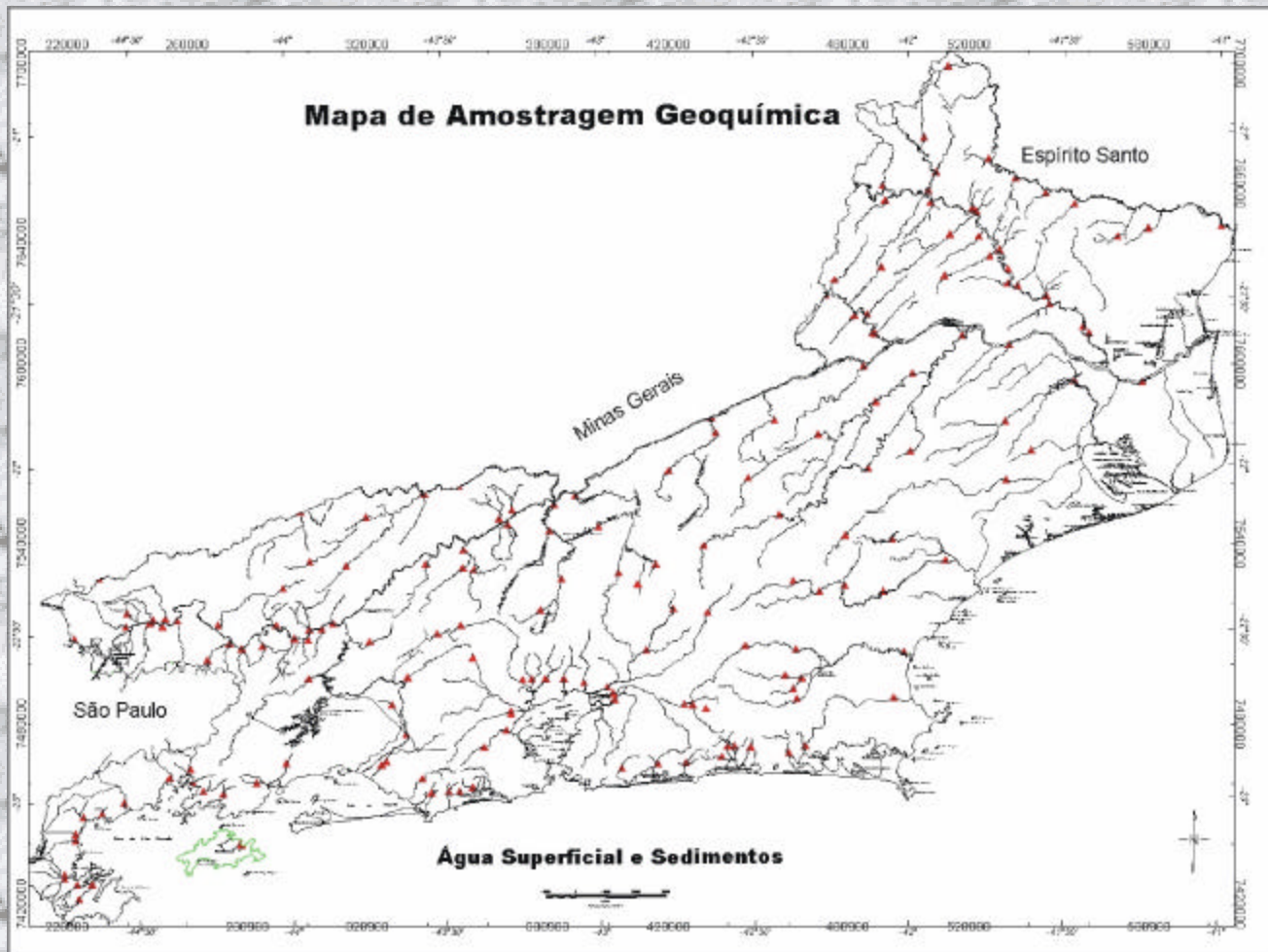


METODOLOGIA - AMOSTRAGEM E ANÁLISE

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



- **Coleta de 200 amostras de sedimentos de corrente e água superficial.**
- **Parâmetros físico-químicos no campo**
- **As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Minerais - LAMIN da CPRM. As técnicas analíticas foram: Plasma - AES para os cátions e Cromatografia de íons, para os ânions.**



Área
aproximada:
45.000km²

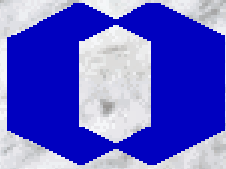
Amostras
Coletadas
= 200

Material Coletado
Água
Sedimentos

Densidade
1am/225km²

● - Estação
de coleta

Figura 01



AMOSTRAGEM SEDIMENTOS

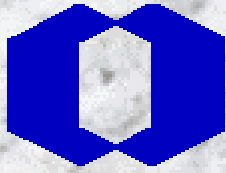
ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



**Sedimentos de corrente
– r. Guapiaçu**

**Sedimentos de corrente
– r. Macaé**





AMOSTRAGEM ÁGUA

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



r. Bonito - Conservatória
As (8,37ppm em sedimentos)



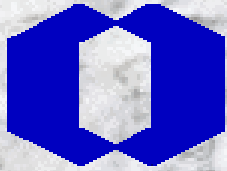
Tubos graduados e filtros



r. S. Gonçalo - influência
de marés



r. dos Meros



ANÁLISE NO CAMPO

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



•rio Caranguejo - Maricá

•Multimedidor HORIBA

•Parâmetros Medidos

Condutividade

Turbidez

Temperatura

Oxigênio Dissolvido

Ph

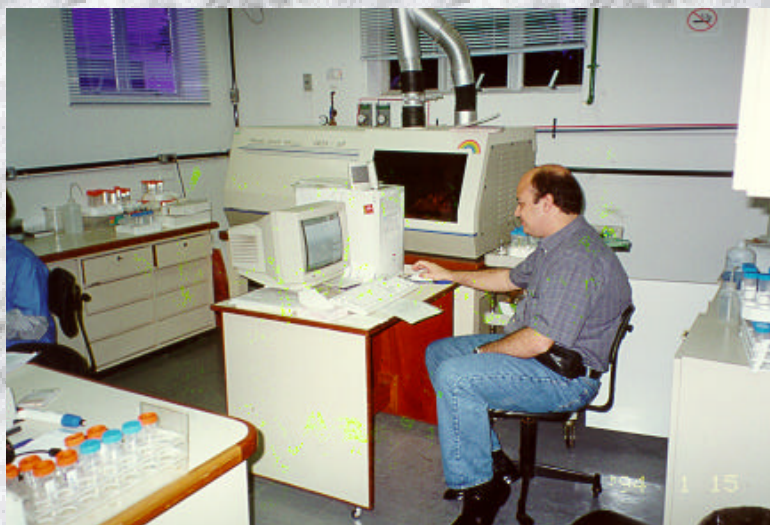
Alcalinidade



ANÁLISE LABORATÓRIO

LAMIN

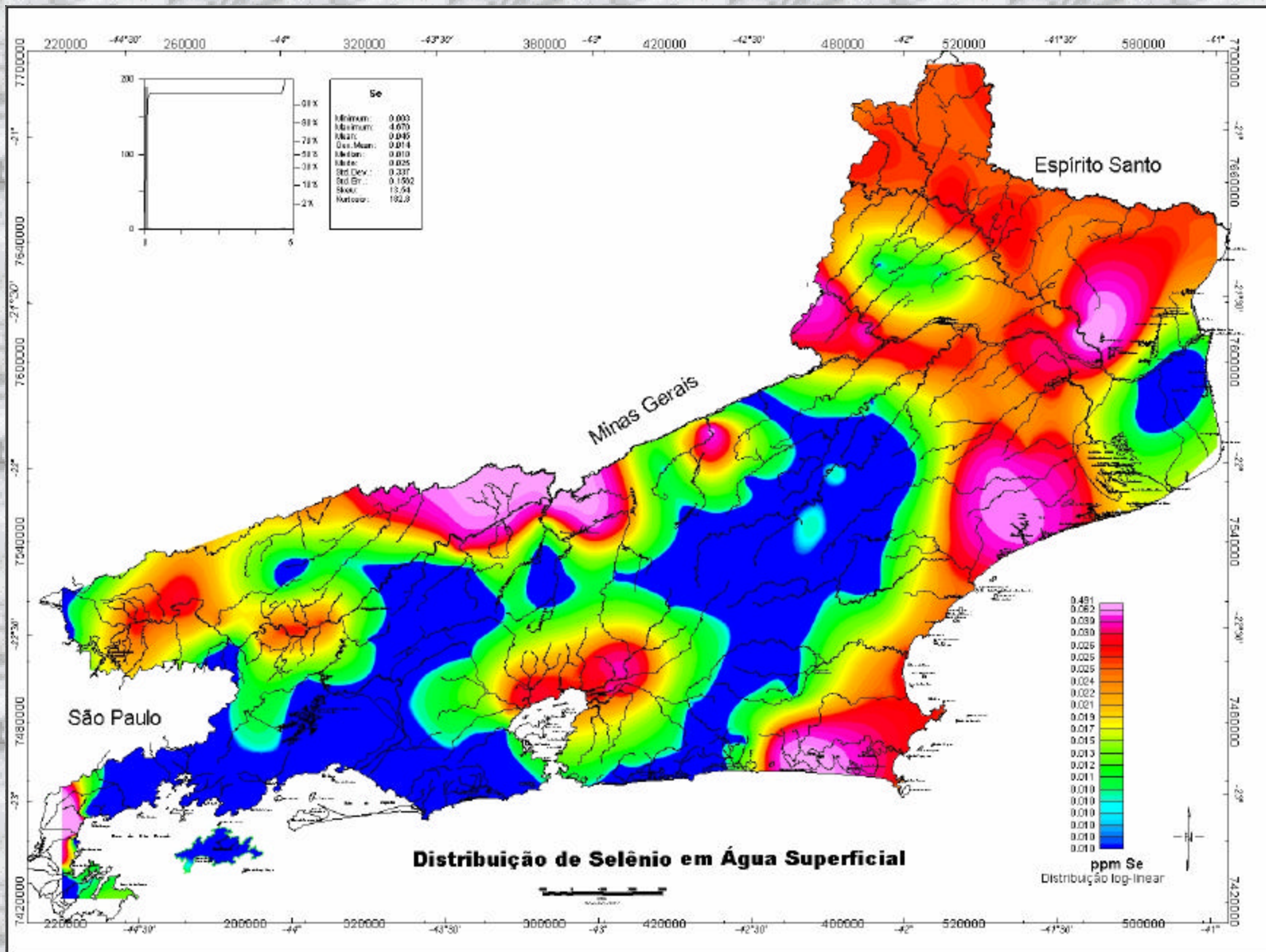
ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



**Espectrometria por Absorção
Atômica com Fonte de Plasma
ICP/AES**



Cromatografia de Íons





RESULTADOS OBTIDOS

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

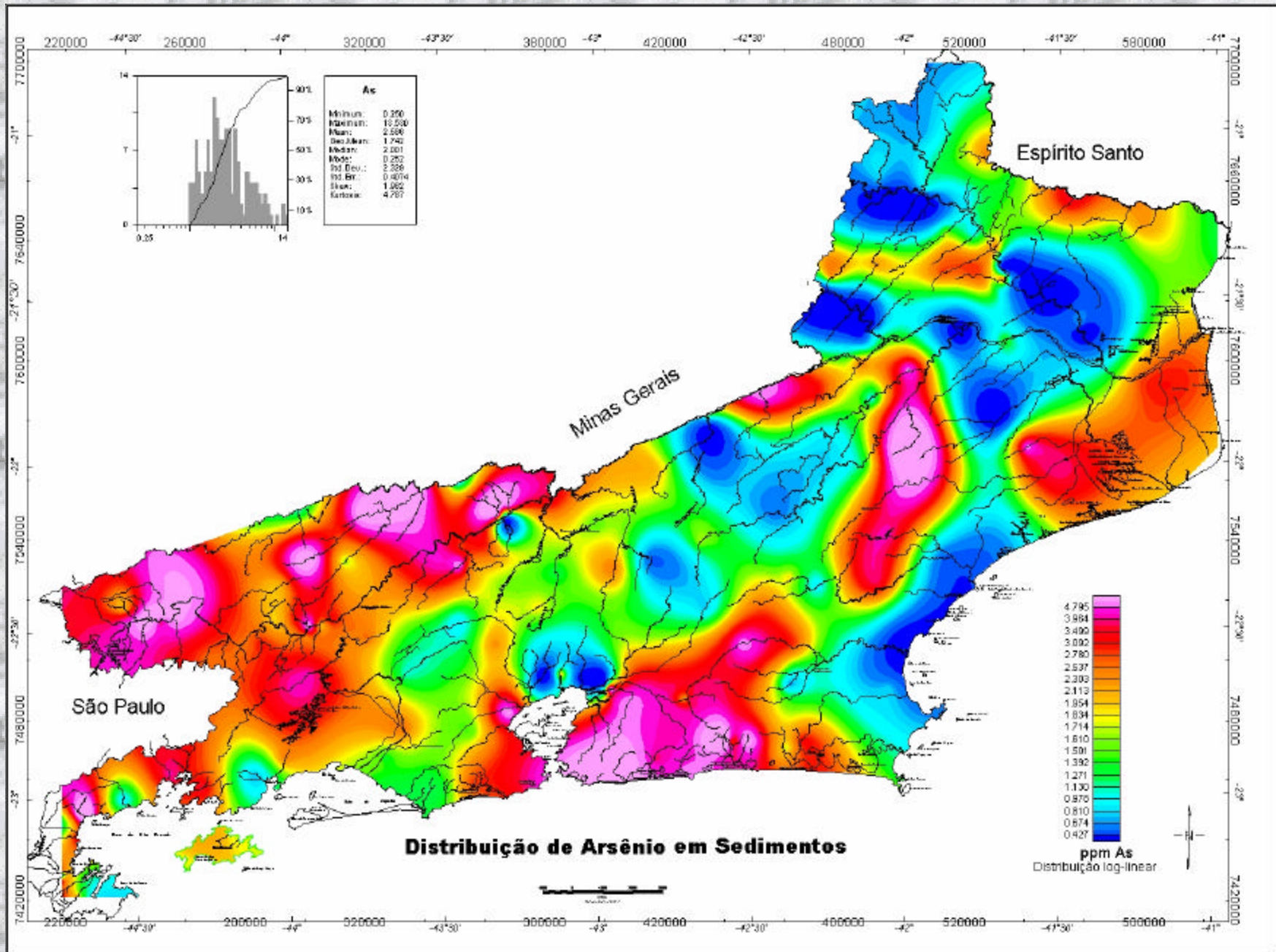


Selênio

| Meio amostrado | Pontos com altos teores | Concentrações | pH (água) | Limiar |
|----------------|--|---|--|---------------------------|
| Água | rios Guaraí, Cór. Bom Jardim, Pomba, Ubá e Manoel Pereira | 0,05mg/l | 5,9 7,0 6,6 7,8 6,9 | CONAMA (1986) 0,01mg/l |
| | Rios, Macabu, Ibicuíba, Paquequer, Matozinho, Mingú e das Flores cór. Santa Isabel e ribeirão do Limão | 0,06mg/l | 5,6 6,9 6,9 6,6 7,1 7,0 7,0 7,2 | |
| | rios Calçado, Piabanha e Preto | 0,07mg/l | 7,3 6,9 6,2 | |
| | rio Valão da Onça | 0,17mg/l | 6,5 | |
| | Sedimentos | Não foi realizada análise de Se em sedimentos | - | |



r. Preto





RESULTADOS OBTIDOS

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

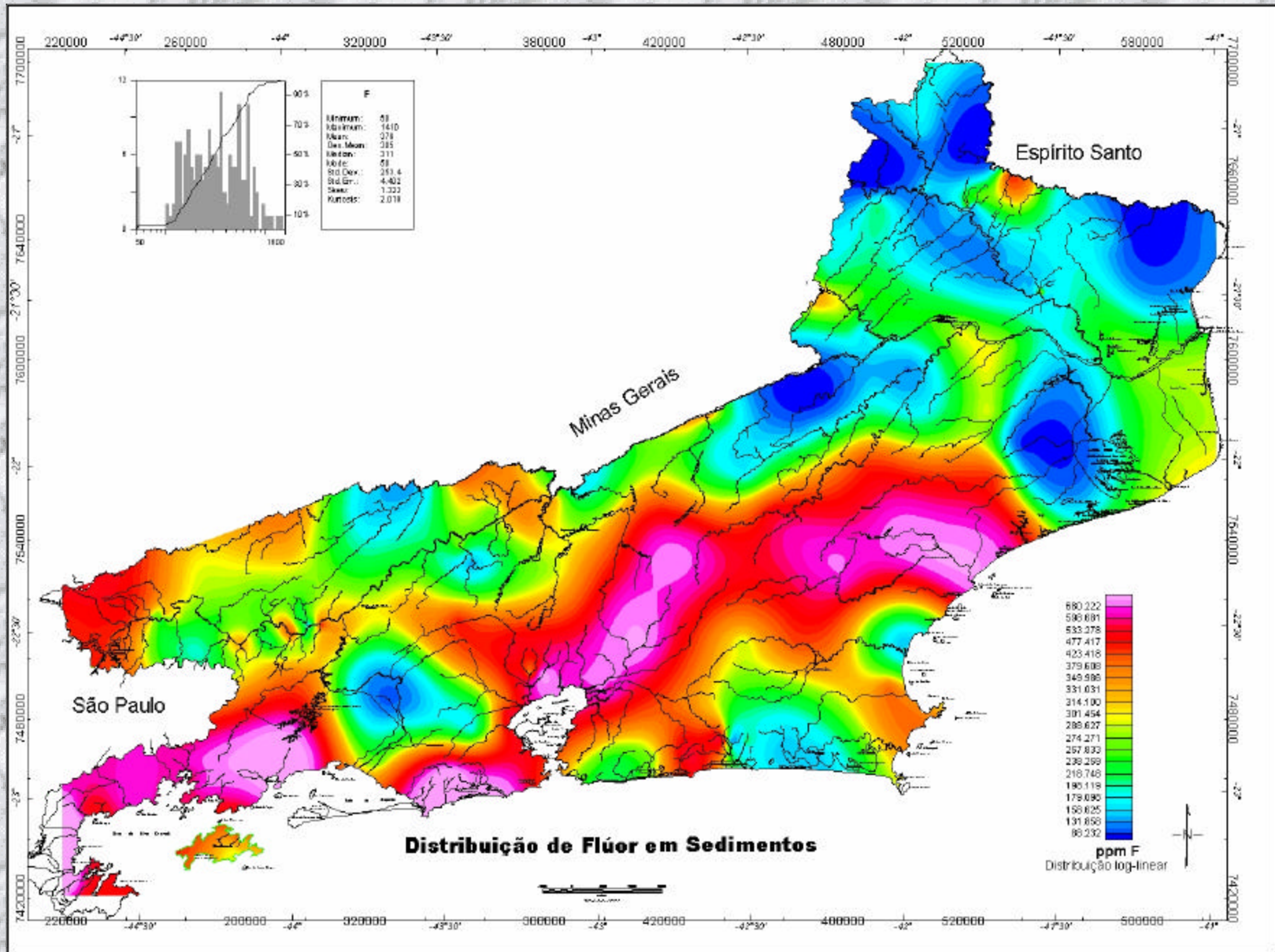


Arsênio

| Meio amostragem | Local pontos com altas teores | Concentrações encontradas | Limiar |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Água | - | < 0,05mg/l | CONAMA (1986) 0,05mg/l |
| Sedimentos | rio Tinguí (Lagoa Araruama) | 13,53ppm | - |
| | rio Taquari (Angra dos Reis) | 12,32ppm | |
| | rio Alambari (Resende) | 11,96ppm | |
| | Rio Santíssimo (Santa Maria Madalena) | 10,74ppm | |



r. Taquari - Angra dos Reis





RESULTADOS OBTIDOS

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

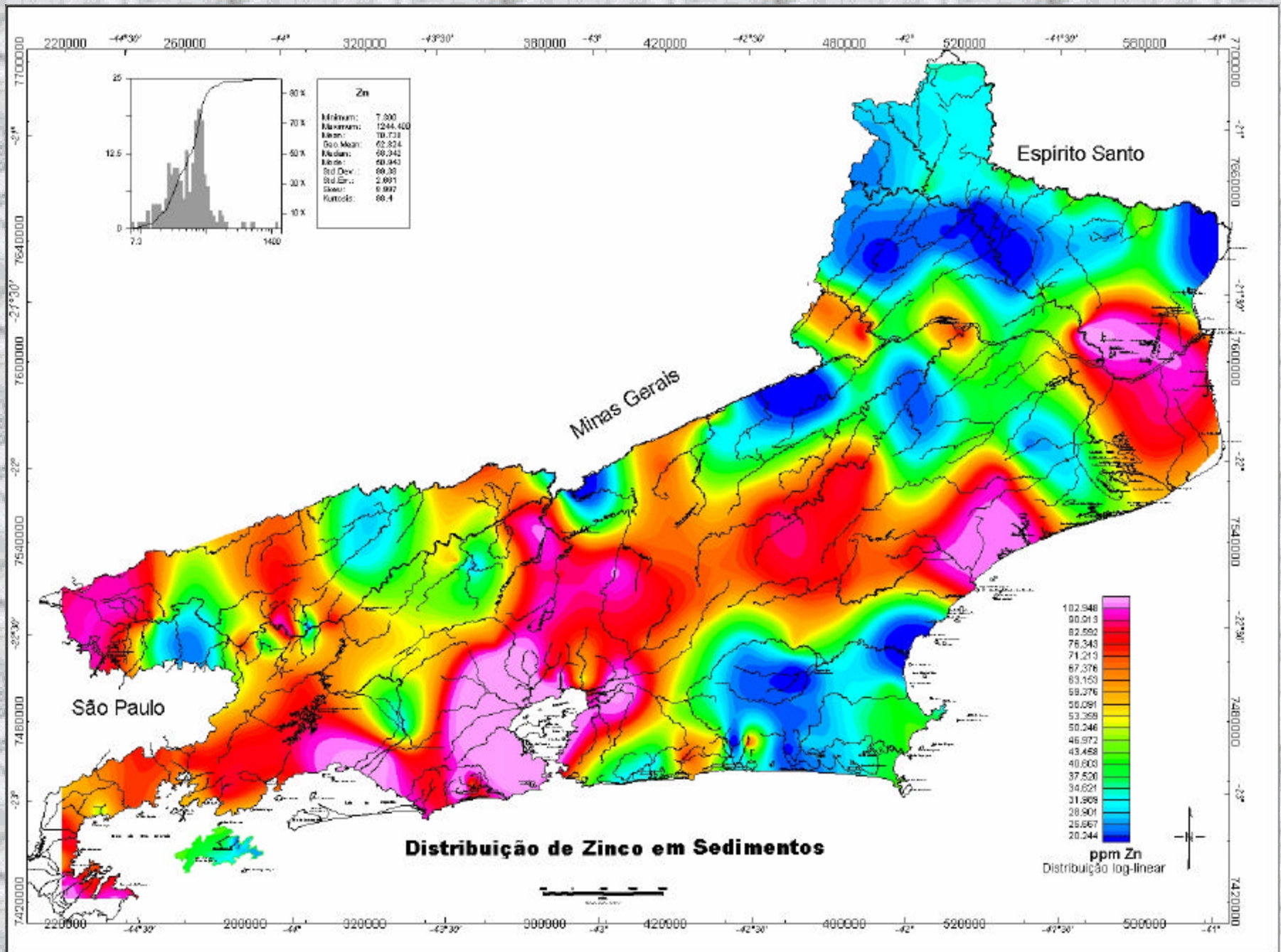


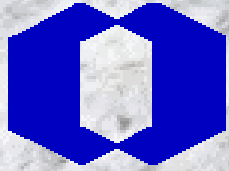
Flúor

| Meio amostragem | Local pontos com alto teores | Concentrações encontradas | Limiar |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Água | Rio São João | 13,73mg/l | CONAMA (1986) 1,4mg/l |
| Sedimentos | Rio Macaé | 953ppm | - |
| | Rio São Vicente (afl. Rio Muriaé) | 803ppm | |
| | Rio Inhomirim (Baía Guanabara) | 787ppm | |



r. São João





RESULTADOS OBTIDOS

Zinco

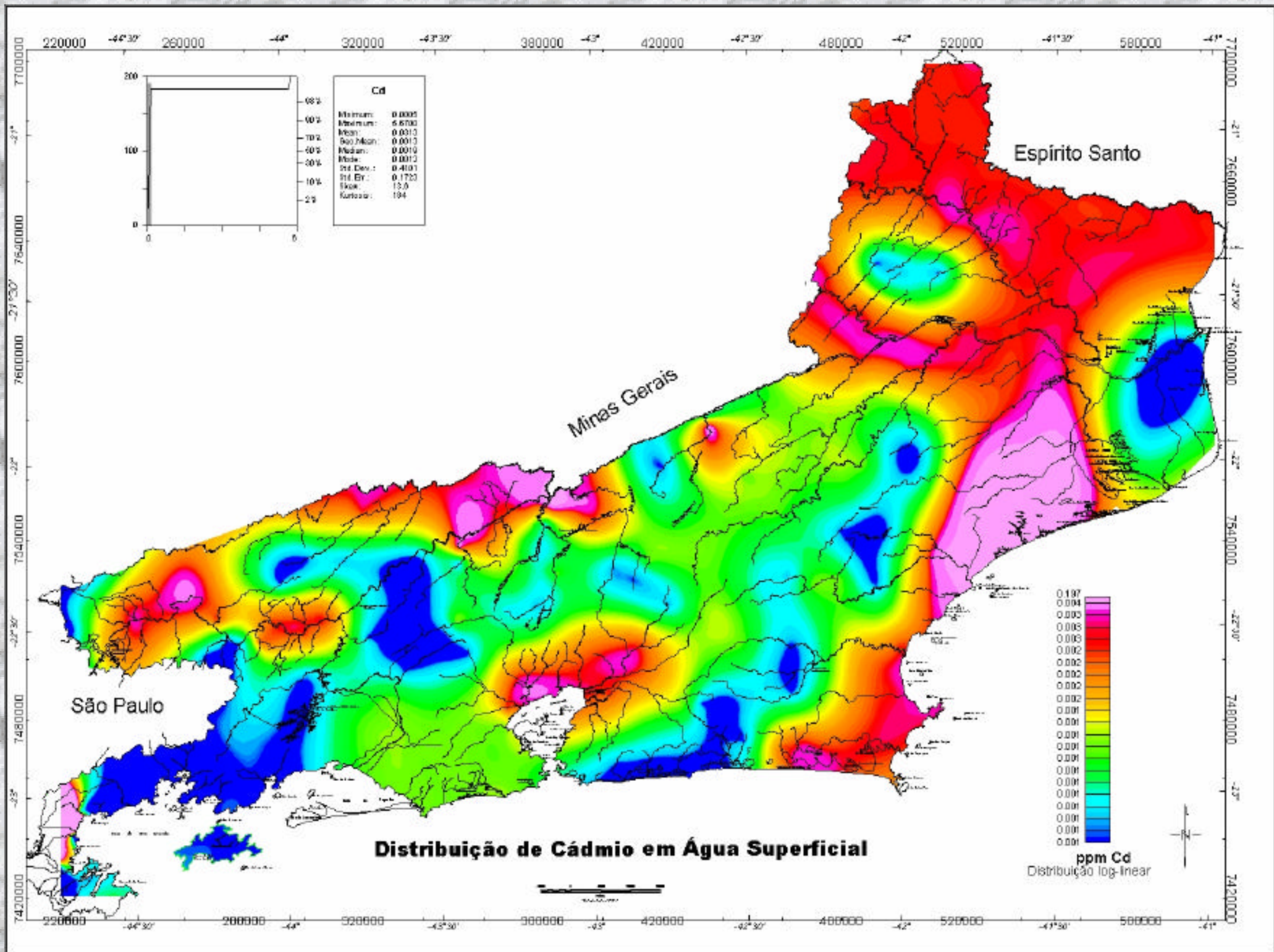
ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO



| Meio amostrado | Pontos com altos teores | Concentrações | Limiar |
|----------------|---|---------------------------------------|---|
| Água | rio Morto | 0,213mg/l | |
| Sedimentos | 63 am. com teores > limiar p/sedimentos . rios das B. Ilha Grande e Mangaratiba, L. Saquarema Jacarepaguá Guarapina . afl. Paraíba do Sul | 70 a 100ppm | CONAMA (1986) 0,18mg/l Prates & Anderson, (1977) 70ppm |
| | rios da Baía Guanabara | 100 a 176ppm | |
| | rio Macaé | 121ppm | |
| | R.Valão da Onça | 169ppm | |
| | r.S. João de Meriti, Saracuruna, Pavuna e Iguaçú | 204ppm 392ppm 516ppm 1244ppm | |



r. Morto - Vargem Grande





RESULTADOS OBTIDOS

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

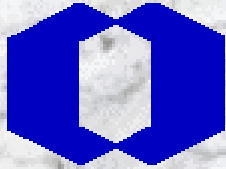


Cádmio

| Meio amostragem | Local pontos com altos teores | Concentrações encontradas | Limiar |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Água | Rio Ubá (Paty de Alferes) | 0,003mg/l | CONAMA (1986) 0,001mg/l |
| | Rio Piabanha (Areal) | 0,007mg/l | |
| | Rio Paquequer (Teresópolis) | 0,006mg/l | |
| | Rios da Prata e Macabu (Lagoa Feia) | 0,004 e 0,006mg/l respectivamente | |
| Sedimentos | Rio Guapi-Açu (Baía Guanabara) | 8,99ppm | - |
| | Rio dos Frades (Teresópolis) | 6,60ppm | |
| | Rio Ipiabas (Barra do Piraí) | 4,03ppm | |



r. Ubá - Paty de Alferes



CONCLUSÕES

- As distribuições dos elementos químicos na água e nos sedimentos seguem padrões diferentes, mostrando que diversos processos devem estar atuando na dinâmica dos íons dissolvidos nas águas superficiais.
- Entre esses processos pode-se citar a adsorção ao sedimento, liberação de formas adsorvidas, entre outros. O uso do solo e a sazonalidade das suas práticas, também, parecem ser o fator de grande importância para a dispersão dos elementos químicos nos corpos hídricos.
- As áreas que podem ser consideradas como impactadas antropicamente são:
 - a região entorno da Baía de Guanabara;
 - a região do médio Paraíba do Sul, entre Barra do Piraí e Resende;
 - a região norte-noroeste do estado;
 - a região da Baía de Sepetiba, com altas concentrações de Cu, Zn;
 - Pb, na água e nos sedimentos de corrente;



Serviço Geológico do Brasil

**GEOQUÍMICA AMBIENTAL
NO PROJETO APA SUL RMBH**

FERNANDA GONÇALVES DA CUNHA

GILBERTO JOSE MACHADO

APA SUL RMBH

Área de Preservação Ambiental SUL RMBH possui extensão de 1.651 km², localiza-se ao sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte e engloba parte dos municípios de Barão de Cocais, Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Ibirité, Itabirito, Acuruí, Mário Campos, Nova Lima, Raposos, Santa Bárbara, Sarzedo e todo o município de Rio Acima.

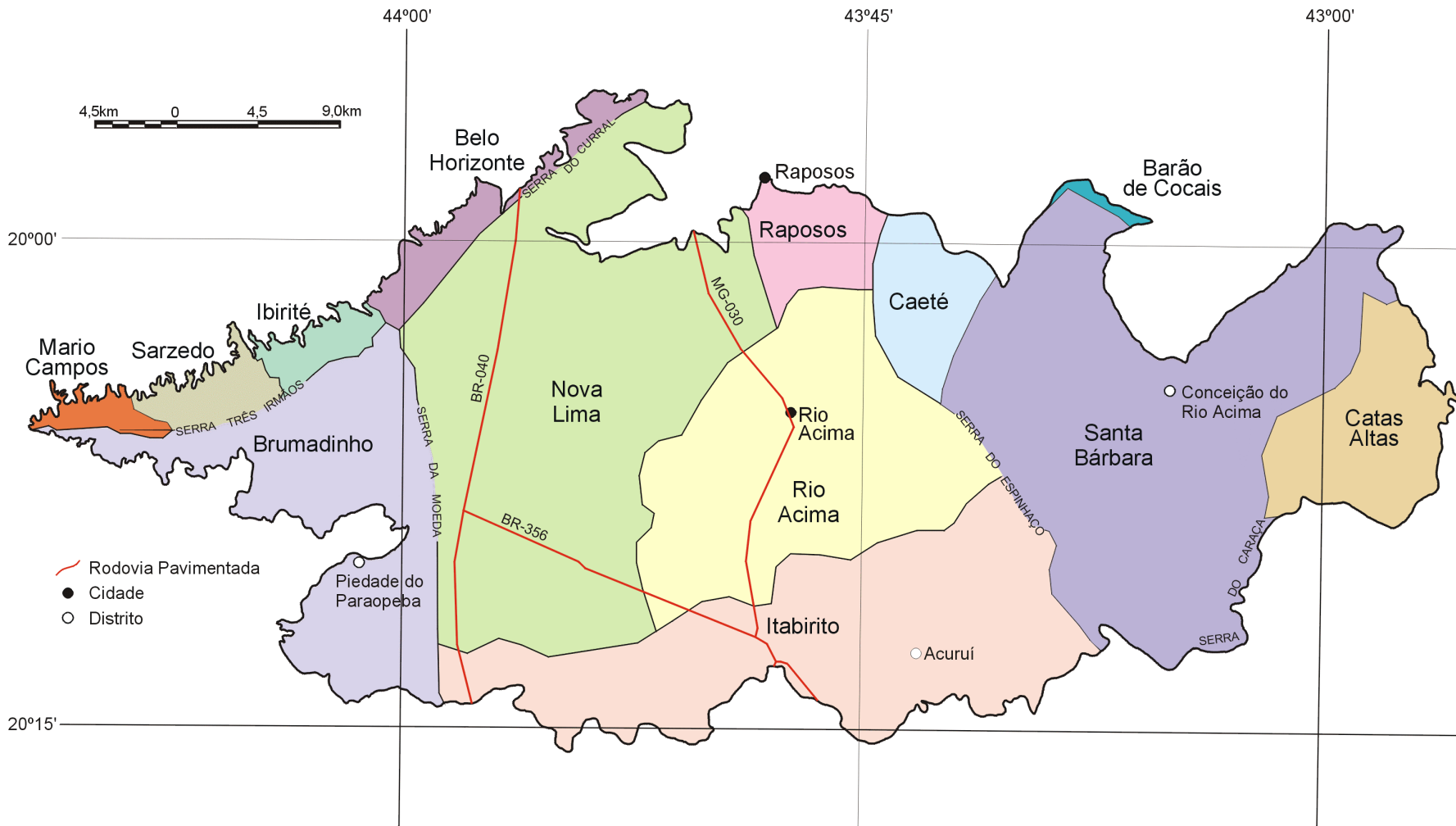


Figura 1- Divisão Municipal da APA SUL RMBH

OBJETIVOS

- **Avaliar as concentrações e a dispersão dos elementos químicos no ecossistema aquático (água e sedimentos de corrente);**
- **Identificar locais onde a qualidade do ecossistema possa estar degradada, podendo afetar a saúde da população;**
- **Fornecer informações para estudos relacionados a qualidade dos mananciais, uso e ocupação do solo, atividades agropecuárias e saúde pública;**
- **Dar subsídio técnico para elaboração do ZEE da APA SUL RMBH.**

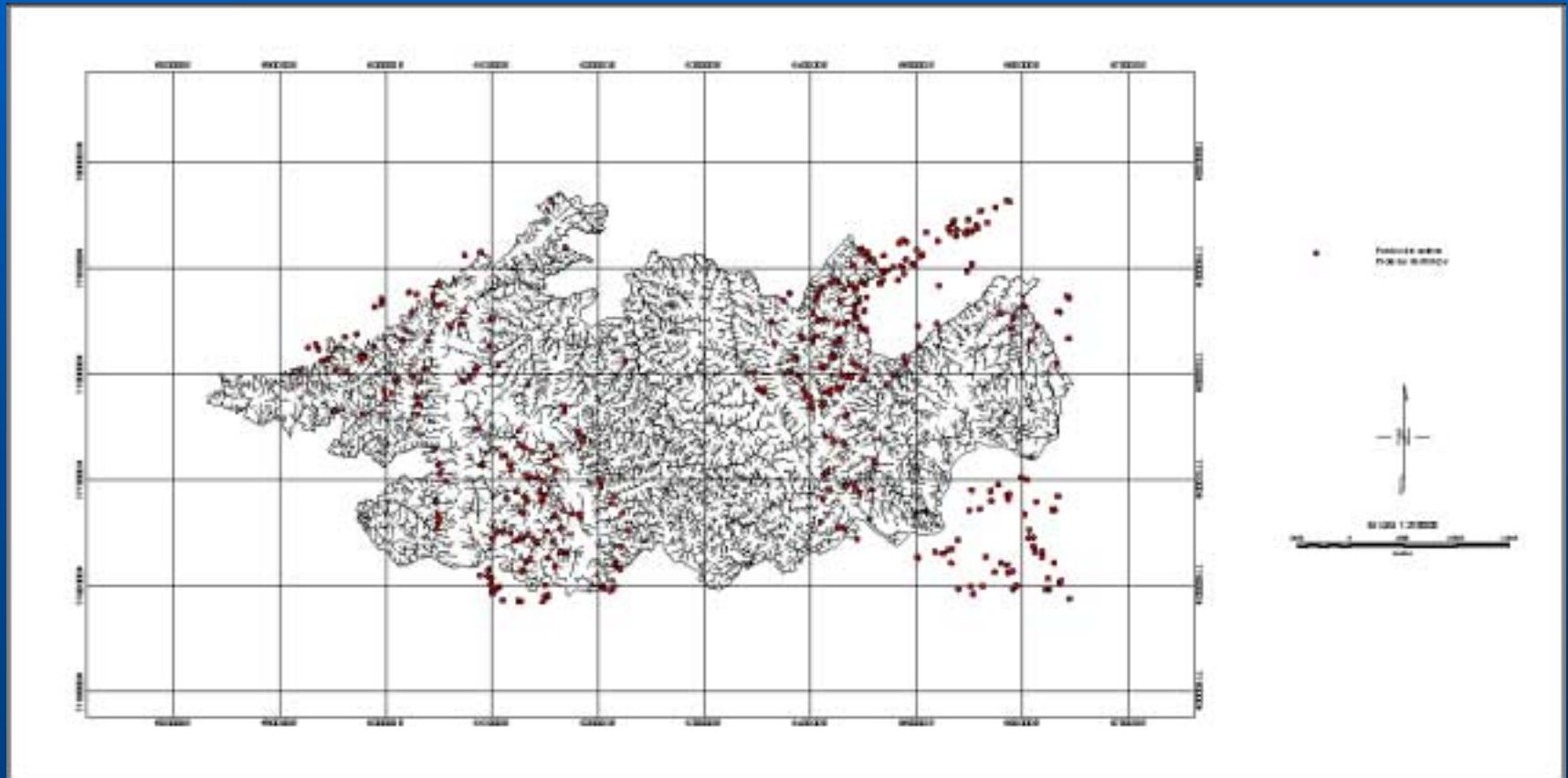
METODOLOGIA

- Pesquisa bibliográfica
- Recuperação dos dados analíticos das amostras de sedimentos de corrente dos projetos históricos da CPRM, contidos na Base de Dados Geoquímica
- Planejamento, amostragem e análise química de água superficial e sedimentos de corrente
- Tratamento e interpretação dos dados
- Relatório final

RECUPERAÇÃO DOS DADOS ANALÍTICOS

- **Projeto Geoquímica do Quadrilátero Ferrífero: 461 amostras**
- **Projeto Barbacena – Folha Mariana: 16 amostras**

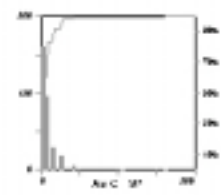
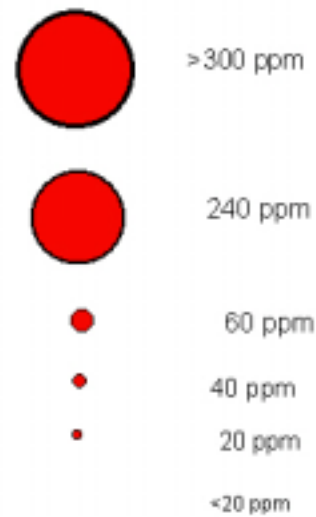
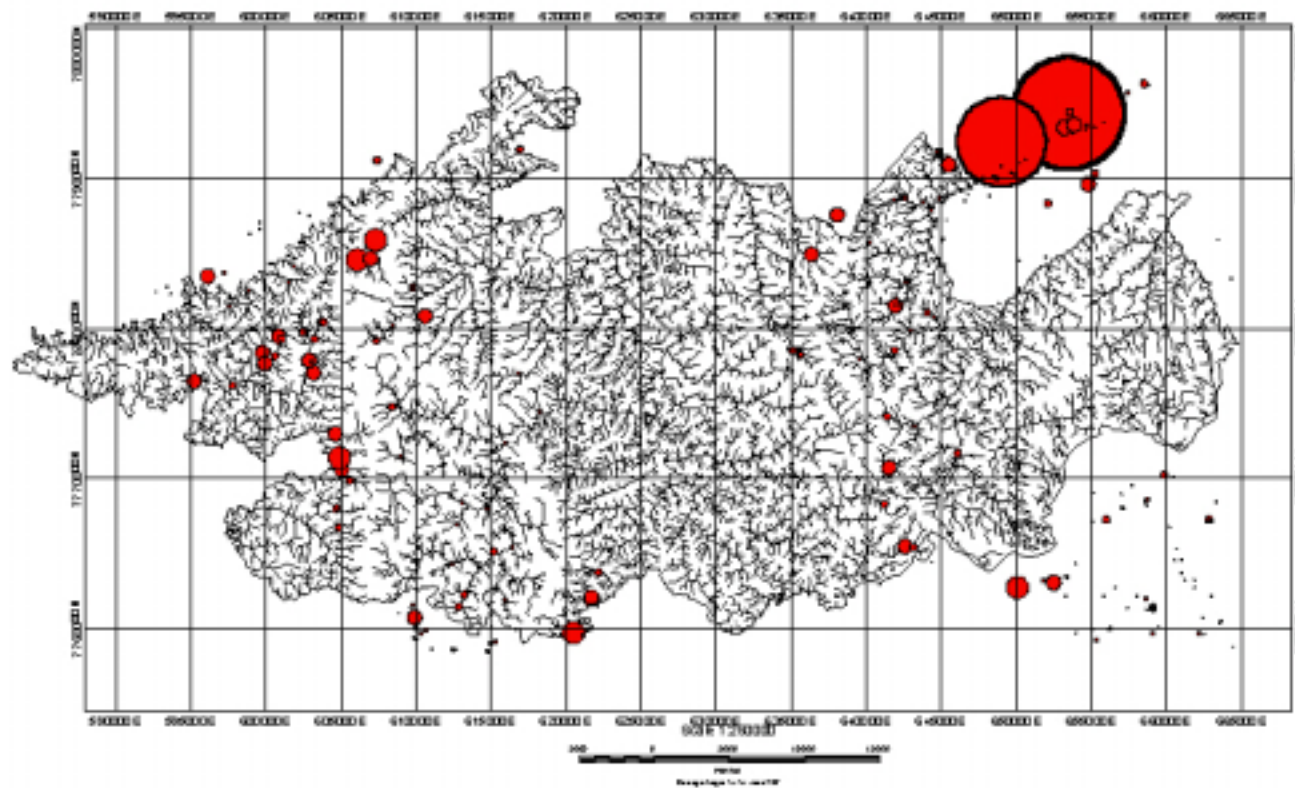
LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DE CORRENTE DOS PROJETOS HISTÓRICOS DA CPRM



TRATAMENTO DOS DADOS RECUPERADOS

- Os dados analíticos de sedimentos de corrente estão sendo tratados por elemento: As, Cu, Cr, Co, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb e Zn.
- Esses resultados servirão como referência para os novos estudos, em relação a contribuição geológica e/ou antrópica.

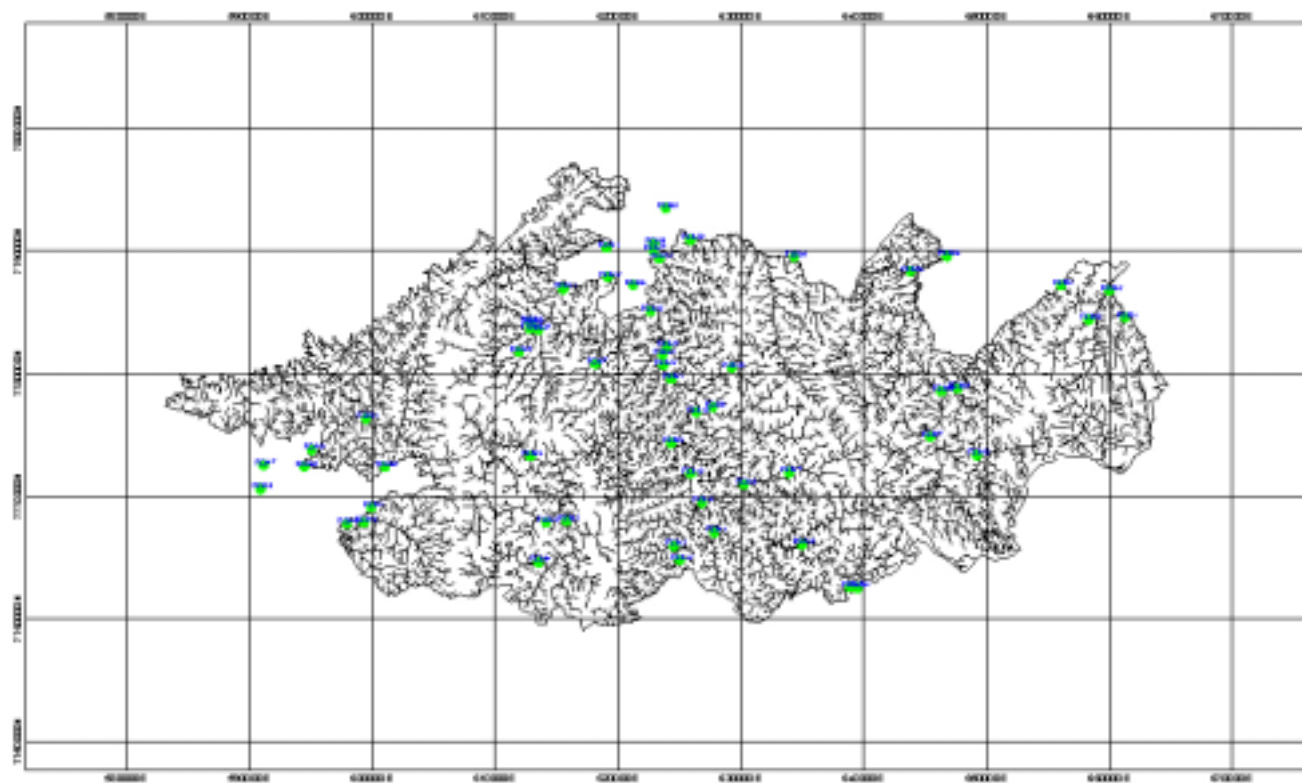
APASUL - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO - Arsênio - As



TRABALHOS DE CAMPO

- **1ª etapa do trabalho de campo: novembro de 2002 com coleta de 58 amostras de água e 58 amostras de sedimentos de corrente.**
- **2ª etapa de trabalho de campo: estava prevista para maio de 2003, porém não foi realizada por problemas financeiros da empresa.**

MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA



● Pontos de coleta

FC001 - identificação da amostra



ANALISES QUIMICAS

- **Água: ICP- EAS (cátions)**
Cromatografia de íons (ânions)
- **Sedimentos: ICP- EAS**



ATIVIDADES EM EXECUÇÃO

- Tabelas EXCEL com os parâmetros físico-químicos e os resultados analíticos das amostras de água e de sedimentos de corrente para inserir na base de dados do projeto;
- Digitação das fichas de campo;
- Interpretação preliminar dos resultados das análises de água e sedimentos de corrente com a utilização da Resolução 20 do CONAMA (1986) e Portaria 1469/2000 do MS para as amostras de água e os valores de “background” definidos no Projeto Geoquímica do Quadrilátero Ferrífero para os sedimentos.
- Tratamento estatístico (preliminar).

RESULTADOS PRELIMINARES

- Quase todas as amostras apresentaram elevados teores de Fe e Mn em água;
- O ribeirão Água Suja e o córrego Mina D'Água apresentaram teores de As em água acima do CONAMA (1986);
- O córrego Mina D'Água apresentou elevados teores de NO^2 , NO^3 e PO^4 em água, indicando contaminação por esgoto doméstico;
- Vários rios e córregos mostraram altas concentrações de As, Cu e Mn em sedimentos de corrente.
- Esses resultados apontam áreas com risco à saúde humana e dos animais, e deverão ser reamostradas na próxima etapa de campo.



Serviço Geológico do Brasil

INTRODUÇÃO A GEOLOGIA MÉDICA



FERNANDA GONÇALVES DA CUNHA

GEOLOGIA MÉDICA OU GEOMEDICINA

- **É o elo entre as Ciências da Terra e as Ciências da Saúde.**
- **Interface entre a Geoquímica e a Toxicologia.**
- **É o estudo dos efeitos geológicos/geoquímicos na saúde dos homens, dos animais e dos vegetais, envolvendo não apenas os profissionais de geologia, mas também os profissionais de medicina, saúde pública, veterinária, agricultura e biólogos.**

CONTRIBUIÇÕES DA GEOQUÍMICA PARA A SAÚDE PÚBLICA

Estudos geoquímicos podem ser utilizados para:

- quantificar as concentrações e dispersão dos elementos químicos nos ecossistemas;**
- identificar fontes naturais e antropogênicas;**
- correlacionar áreas com deficiência ou excesso dos elementos químicos com os problemas de saúde humana e animal;**
- identificar áreas onde a população pode estar exposta a altas concentrações dos elementos químicos considerados tóxicos;**
- em parceria com os profissionais da área da saúde, realizar estudos sobre contaminação humana e animal.**

ELEMENTOS TRAÇO E A SAÚDE DOS HOMENS E ANIMAIS

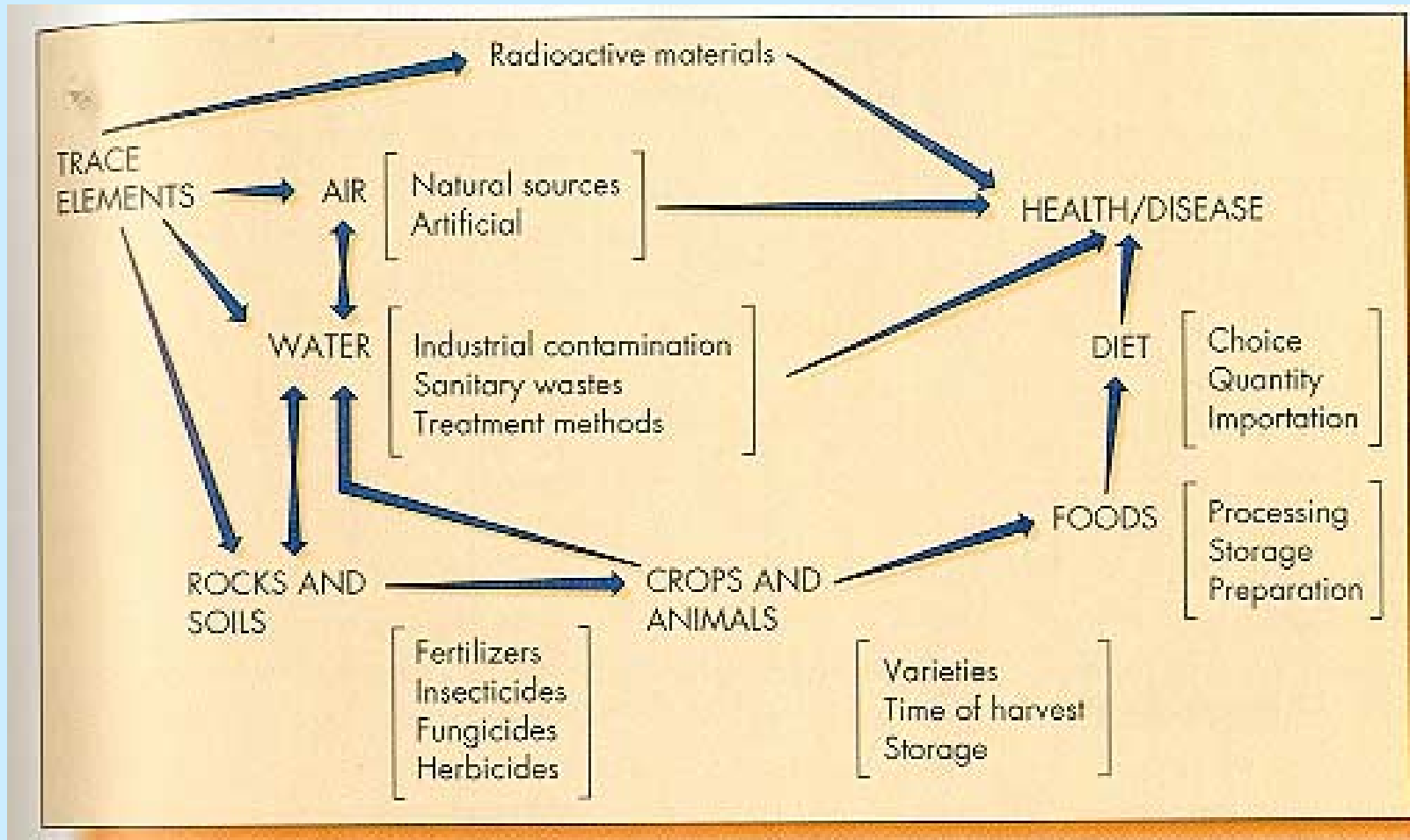


TABELA PERÍODICA: Elementos essenciais e tóxicos à saúde humana

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | He | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fr | Ra | Ac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>Ce</td> <td>Pr</td> <td>Nd</td> <td>Pm</td> <td>Sm</td> <td>Eu</td> <td>Gd</td> <td>Tb</td> <td>Dy</td> <td>Ho</td> <td>Er</td> <td>Tm</td> <td>Yb</td> <td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Th</td> <td>P</td> <td>U</td> <td>Np</td> <td>Pu</td> <td>Am</td> <td>Cm</td> <td>Bk</td> <td>Cf</td> <td>Es</td> <td>Fm</td> <td>Md</td> <td>No</td> <td>Lr</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Th | P | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |
| Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Th | P | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>ESSENTIAL</td> <td style="background-color: #d3d3d3; width: 20px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td>TOXIC</td> <td style="background-color: #808080; width: 20px; height: 15px;"></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | ESSENTIAL | | TOXIC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESSENTIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOXIC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 4. The periodic table showing those elements essential to human health and those considered or known to be toxic or undesirable. Note that some elements fall in both categories, others (lighter shade) are possibly essential for living organisms (Source BGS-UK).

VIAS DE EXPOSIÇÃO DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E TÓXICOS

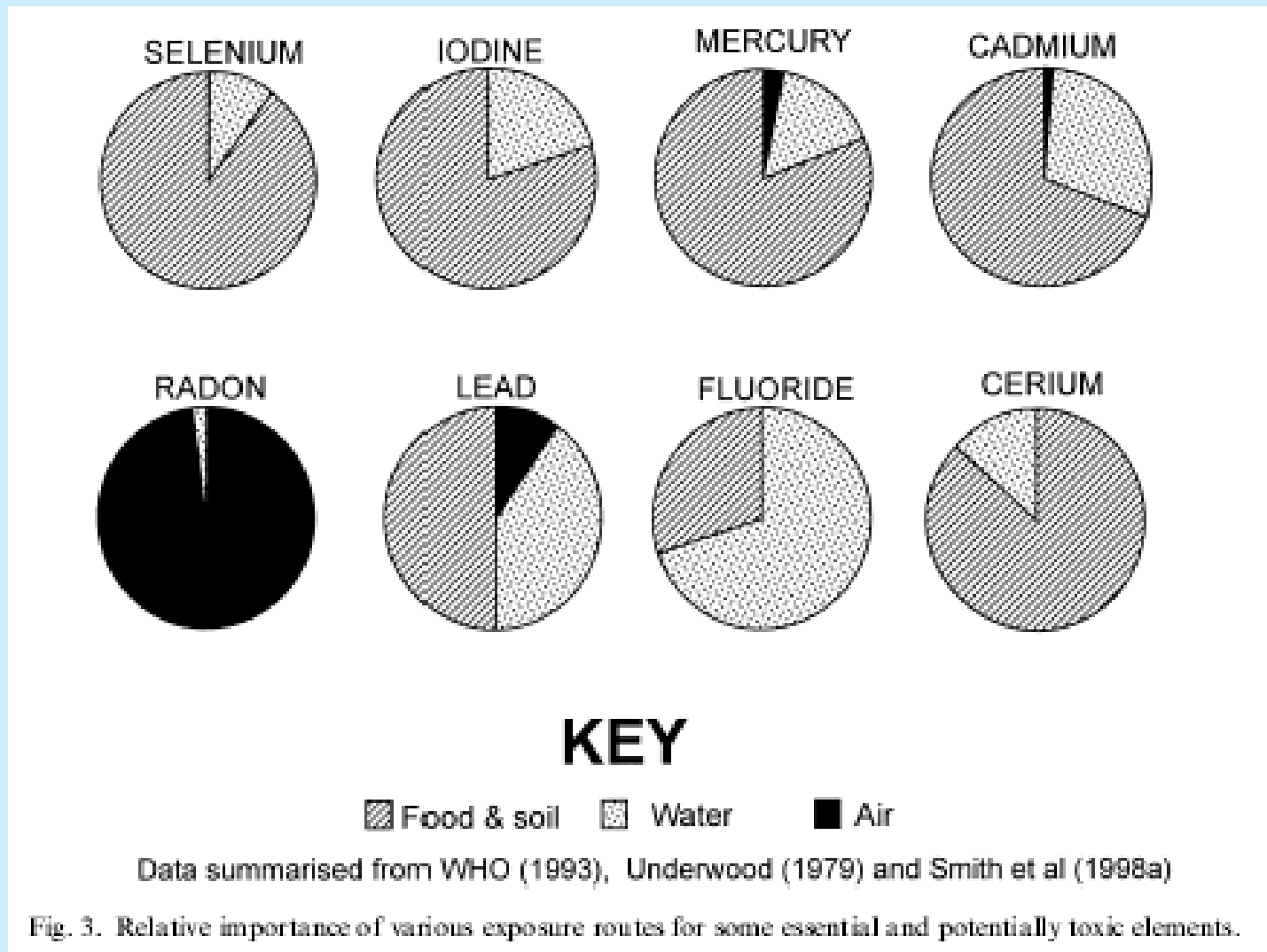


Fig. 3. Relative importance of various exposure routes for some essential and potentially toxic elements.

EXCESSO E DEFICIÊNCIA DE ELEMENTOS ESSENCIAIS E NÃO ESSENCIAIS

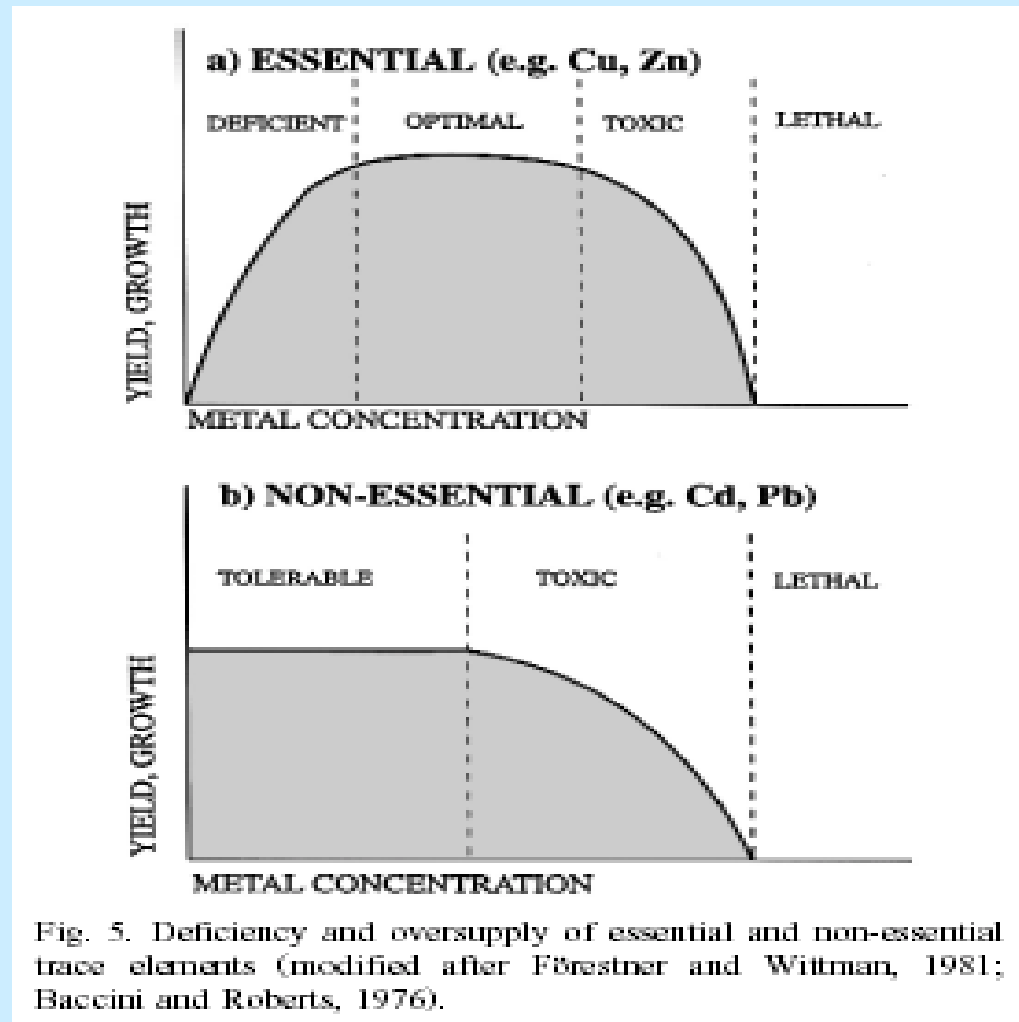


Fig. 5. Deficiency and oversupply of essential and non-essential trace elements (modified after Förestner and Wittman, 1981; Baccini and Roberts, 1976).

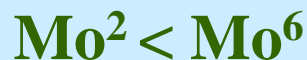
TOXICIDADE DOS METAIS NA SAÚDE HUMANA

| Elementos | Excesso | Deficiência |
|-----------|---|--|
| Al | Mal de Alzheimer | |
| As | câncer de pele, queratose, distúrbios do sistema nervoso | |
| Ca | cálculos renais e insuficiência renal | osteoporose |
| Cd | doenças nos ossos, disfunções renais e problemas respiratórios | |
| Co | problemas cardíacos | anemia, cansaço, emagrecimento |
| Cr | problemas renais e câncer | diabetes |
| Cu | desordens neurológica e psiquiátrica, danos no fígado e rins | osteoporose, anemia, degeneração cerebral e distúrbios cardíacos |
| F | fluorose e deformações ósseas | cáries dentárias |
| Fe | prejudica a absorção de outros metais | |
| Hg | distúrbios no sistema nervoso | |
| I | | distúrbios na tireóide, bócio, cretinismo |
| Ni | câncer no trato respiratório, dermatite de contato | |
| Pb | dores abdominais, distúrbios nos rins e fígado, problemas cardiovasculares, distúrbios irreversíveis no sistema nervoso central, anemia, surdez | |
| Zn | | retardamento do crescimento, problemas cutâneos e de cicatrização de feridas e falhas reprodutivas |

FATORES QUE INTERFEREM NA GEODISPONIBILIDADE, DISPONIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE

- geologia regional
- clima
- pH e Eh
- especiação e concentração do elemento
- minerais de argila
- matéria orgânica
- interferência entre os elementos (ex. Mo e Cu)

A toxicidade de uma substância (capacidade dessa substância causar danos à saúde dos seres vivos) depende de sua especiação. A toxicidade aumenta tal como:



MOBILIDADE DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

| Mobilidade | Condições ambientais | | |
|--------------------|--|--|--|
| | pH 5 - 8 | pH < 4 | redutoras |
| Altamente móveis | Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, Mo, B | Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, B | Cl, Br, I, Rn, He |
| Moderadamente | Ca, Na, Mg, Li, F, Zn, Ag, U, As, (Sr, Hg, Sb?) | Ca, Na, Mg, Sr, Hg, Cu, Ag, Co, Li, F, Zn, Cd, Ni, U, V, As, Mn, P | Ca, Na, Mg, Li, Sr, Ba, Ra, F, Mn |
| Pouco móveis | K, Rb, Ba, Mn, Si, Ge, P, Pb, Cu, Ni, Co, Cd, Be, Ra, In, W | K, Rb, Ba, Si, Ge, Ra | K, Rb, P, Si, Fe |
| Muito pouco móveis | Fe, Al, Ga, Sc, Ti, Zr, Hf, Th, Sn, ETR, Platinóides, Au, Cr, Nb, Ta, Bi, Cs | Fe, Al, Ga, Sc, Ti, Zr, Hf, Th, Sn, ETR, Platinóides, Au, As, Mo, Se | Fe, Al, Ga, Ti, Hf, Th, Sn, ETR, Platinóides, Au, Cu, Ag, Pb, Zn, Cd, Hg, Ni, Co, As, Sb, Bi, U, V, Se, Te, Mo, In, Cr, Nb, Ta |

**ELEMENTOS QUÍMICOS
E
O IMPACTO NA SAÚDE**

1. FLÚOR

Flúor na China



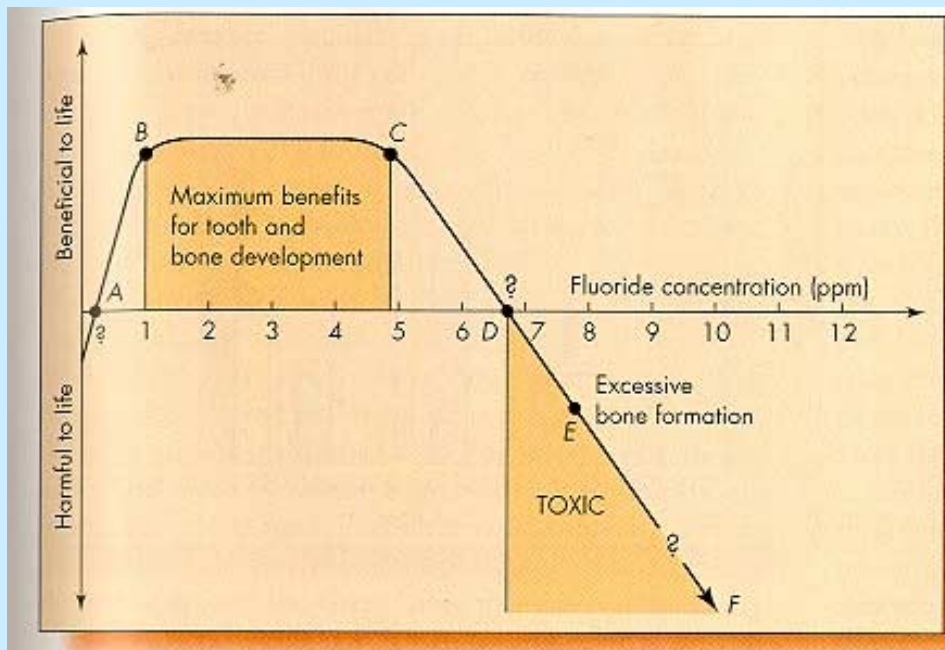
Fluorose

Fluorose endêmica na China causada por elevados teores de flúor nos alimentos e na água potável. O flúor está presente nas águas superficiais e subterrâneas.

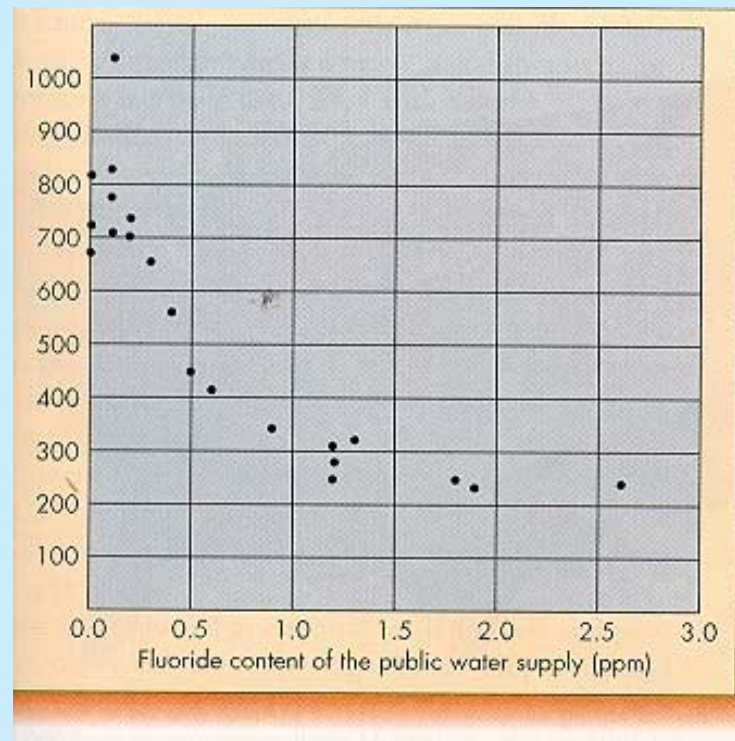


Deformação óssea em adultos

Flúor nos Estados Unidos



Relações entre teores de flúor e saúde: curva de dose-resposta



Relação entre incidência de cáries em crianças e os teores de flúor na água potável

2. IODO

Deficiência de iodo na alimentação, na China



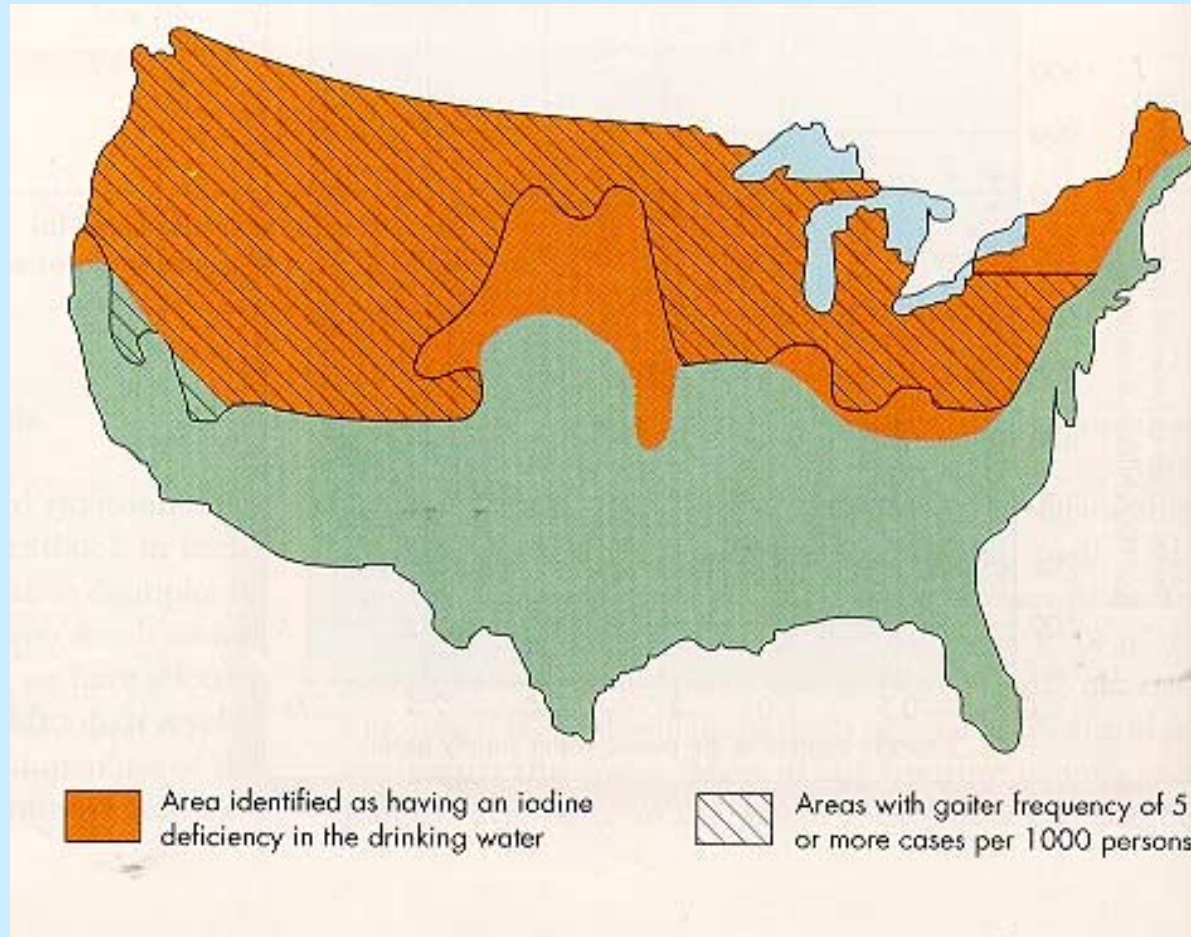
**Mulher de 64 com
nódulo na tireóide**



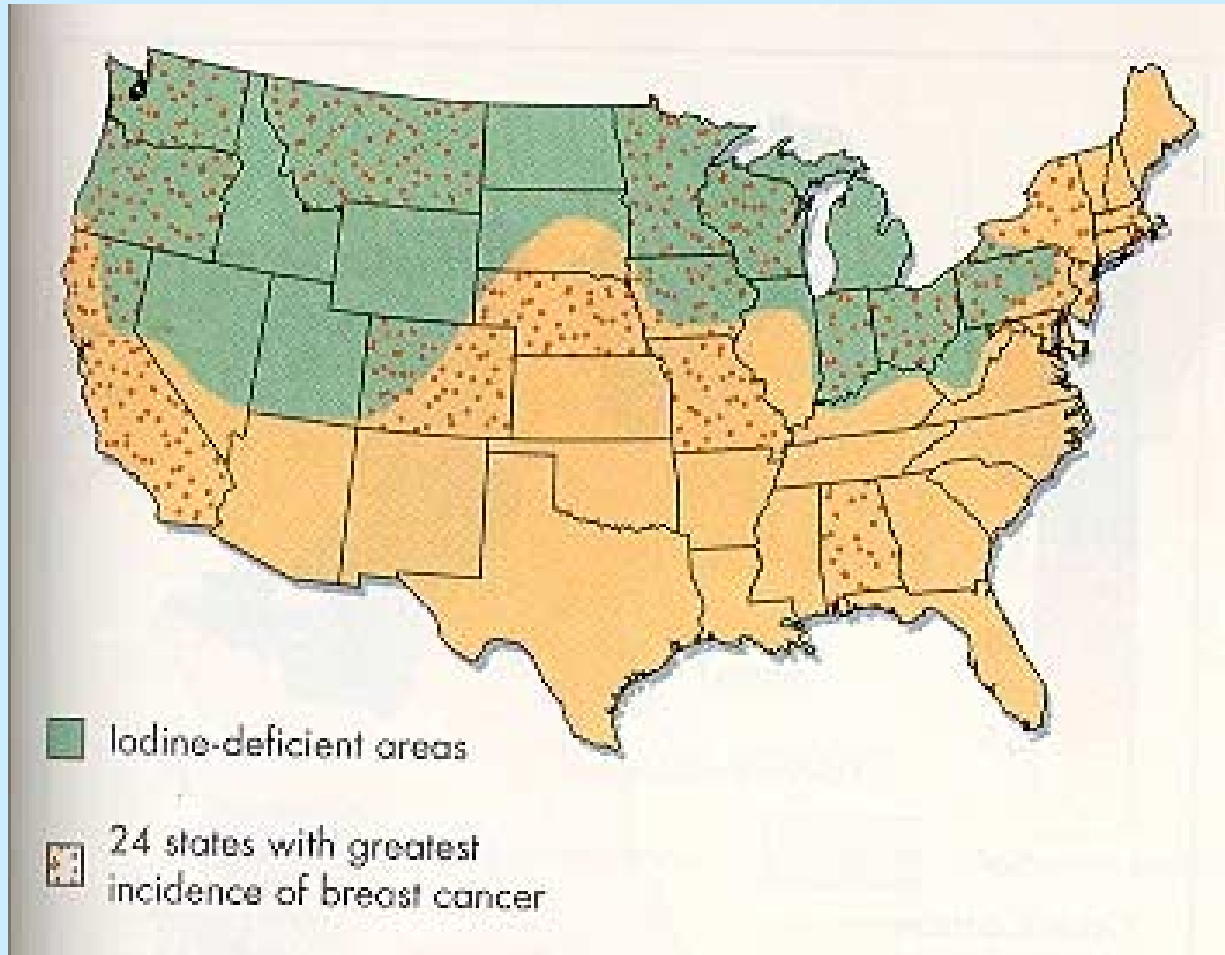
**Família com problema de
cretinismo**

A deficiência de iodo na alimentação causa o inchaço na tireóide, cretinismo (doença mental irreversível), surdez e outras seqüelas, porém só se manifestam em populações subnutridas.

Incidência de doenças relacionadas com áreas deficientes em iodo nos Estados Unidos



Relação entre ocorrência de bócio e deficiência de iodo em água potável



Observa-se que nas áreas com deficiência de iodo e grande incidência de bócio, ocorre também alta incidência de câncer de mama.

Deficiência de iodo em Nova Guiné



Nódulo na tireóide



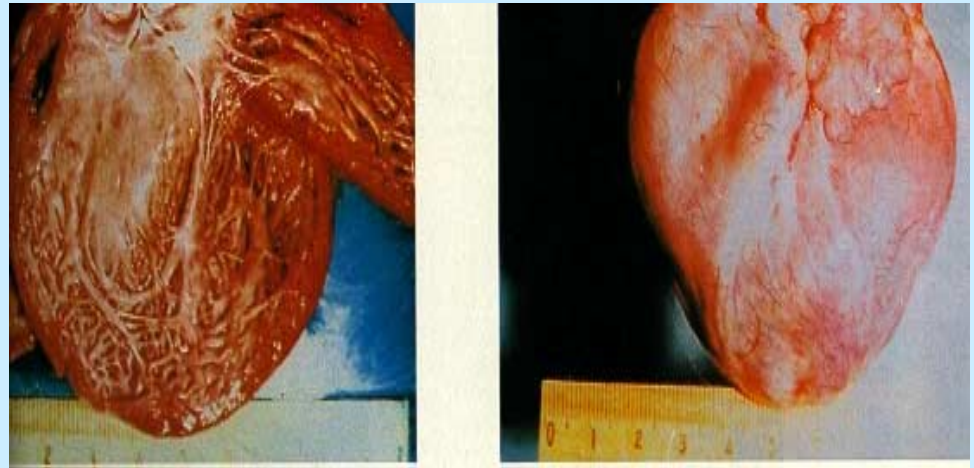
**Criança com cretinismo endêmico
e adução diplégica**

3. SELÊNIO

Doenças de Kaschin-Beck e Keshan: deficiência de Se na água e solos na China, e como consequência na alimentação.



Doença de Kaschin-Beck
É uma doença crônica nas
juntas, causando fraqueza
muscular.



Doença de Keshan é uma doença
crônica cardíaca, com necrose ou
cicatrizes resultantes de bloqueios da
circulação sanguínea, provocando
enfraquecimento do músculo, levando
a morte.

Medidas de prevenção para controle da Doença de Keshan na China



**Adição de selênio
ao sal**



**Aspersão de selênio nas
plantações**

Deficiência de selênio nos solos e água e a incidência de doenças na China

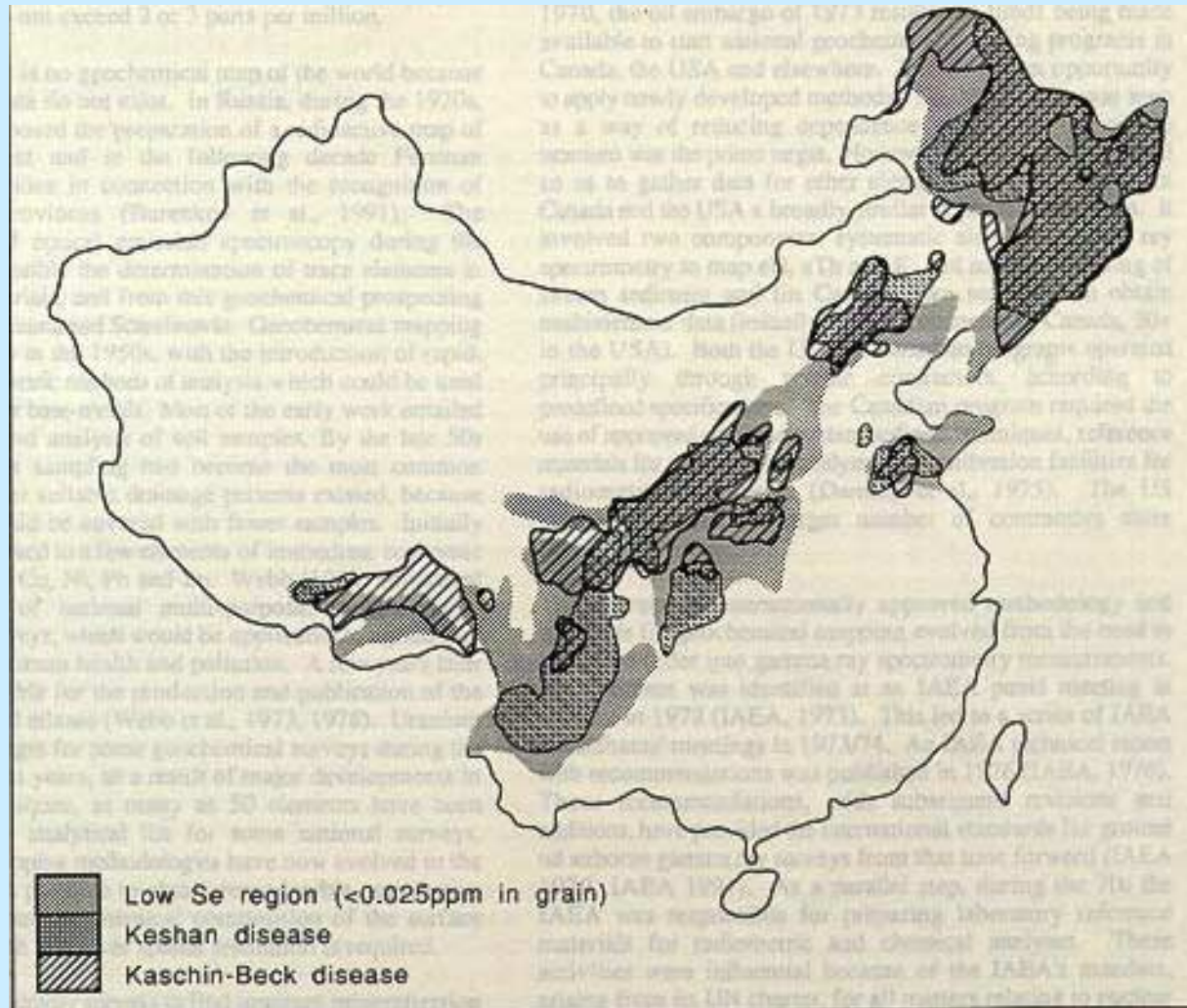


Figure 2-5 Low Se region in China, shows areas with high incidence of Keshan and Kaschin-Beck disease. from Tan et al., 1988

4. ARSÊNIO

Em Bangladesh, na Índia

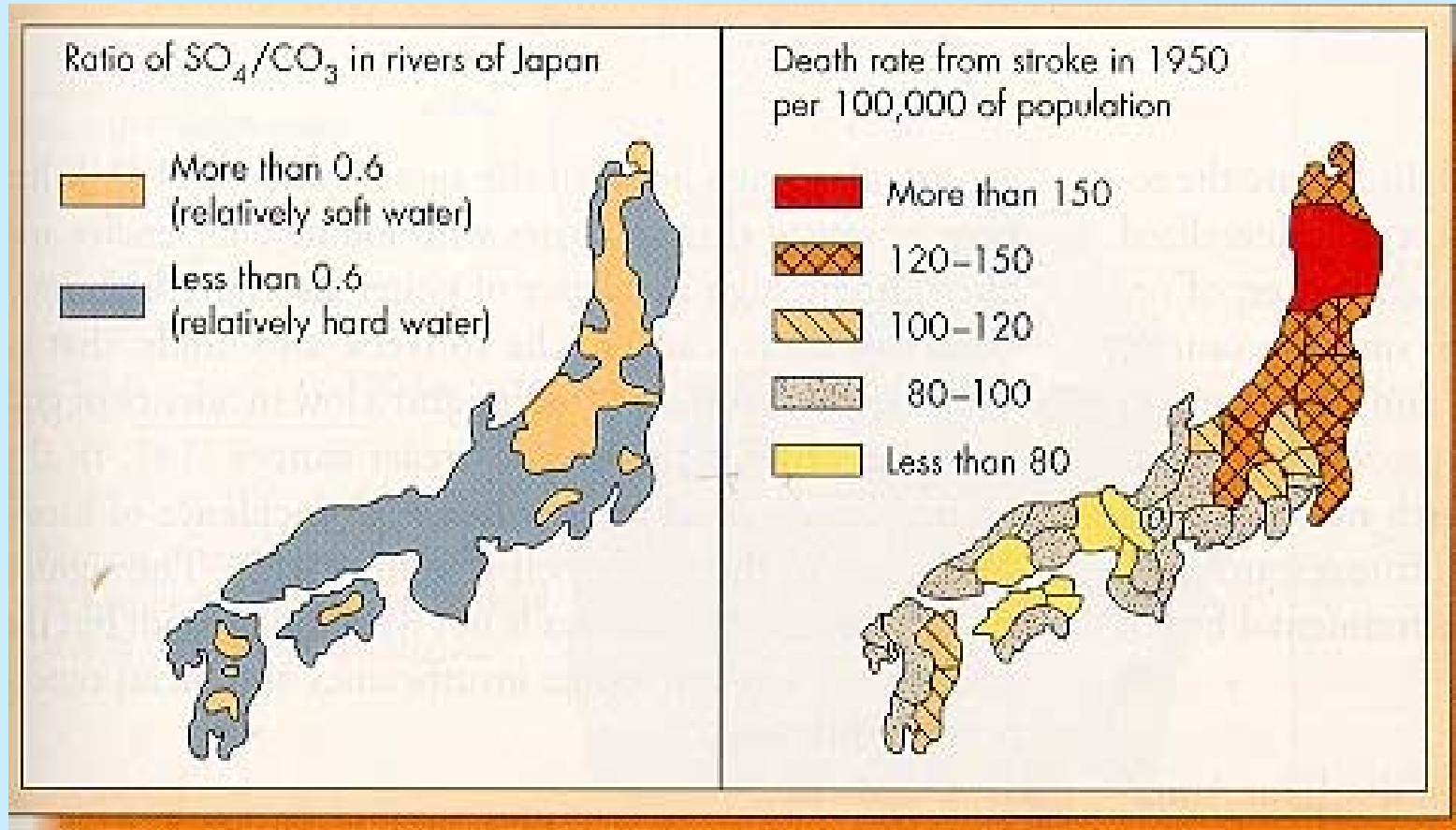


Queratoses (feridas nos pés e mãos)

Melanosis (hiperpigmentação)

São doenças causadas devido a altas concentrações de arsênio em água subterrânea. Ocorrem ainda vários tipos de câncer (pulmão, bexiga e principalmente de pele). Outras ocorrências: Taiwan e Chile.

5. DOENÇAS CARDIOVASCULARES NO JAPÃO



Áreas no Japão onde ocorrem elevados índices de morte por doenças cardiovasculares e a razão sulfato/carbonato é alta.

ALGUNS CASOS DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

1. IODO



Os males da falta de iodo

| Feto e recém-nascido | Crianças e adultos |
|--|---|
| <p>Da concepção até os 5 meses de vida, a carência de iodo pode provocar lesões cerebrais irreversíveis:</p> <ul style="list-style-type: none">• dificuldade de atenção• problemas de aprendizado• cretinismo, com possível surdo-mudez, defeitos psicomotores e nanismo | <p>Se a carência for ocasional, os sintomas podem ser revertidos:</p> <ul style="list-style-type: none">• bócio (inchaço da tiróide)• lentidão de pensamento• dificuldade de concentração• falta de energia• cansaço muscular |

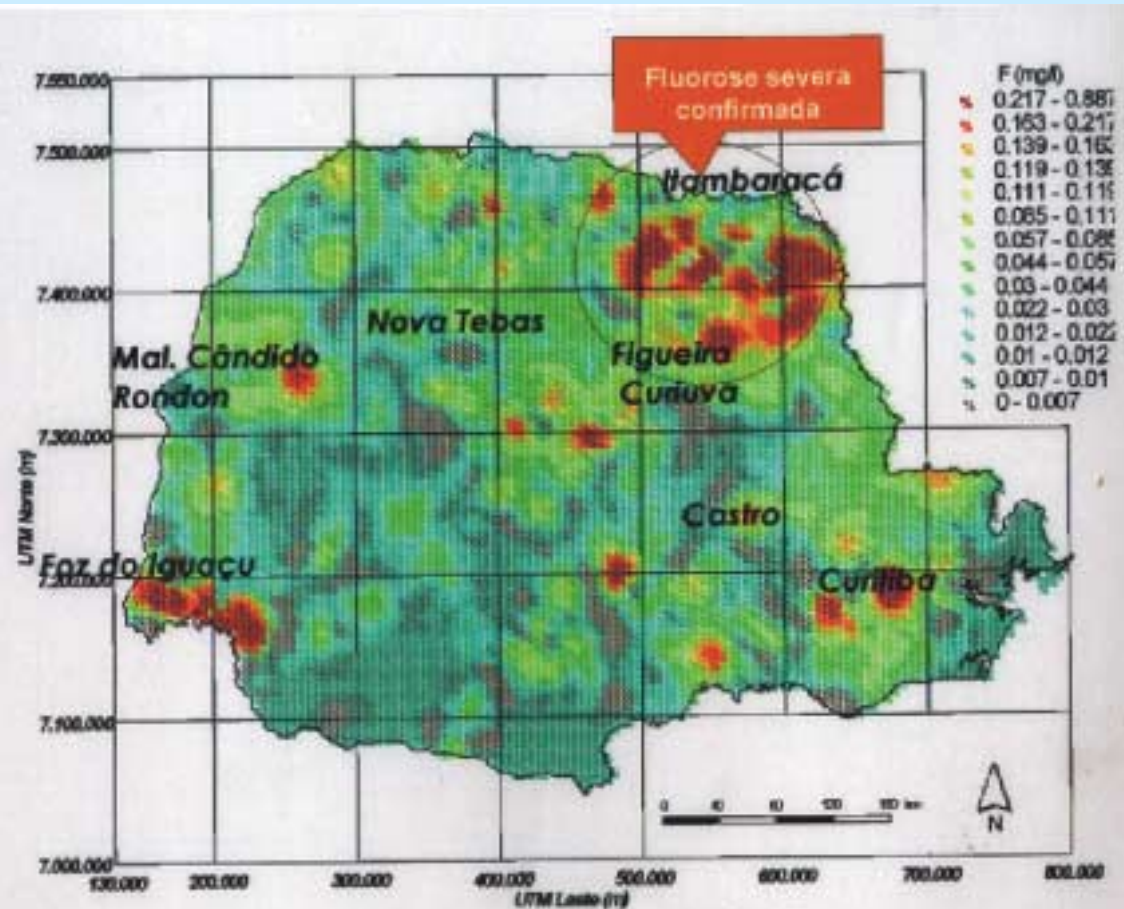
Miguelina Barbosa, vítima de bócio, e o filho: dificuldade para ler

DAVID PREMIANO

Bócio endêmico em Arraias, no Tocantins

2. FLÚOR

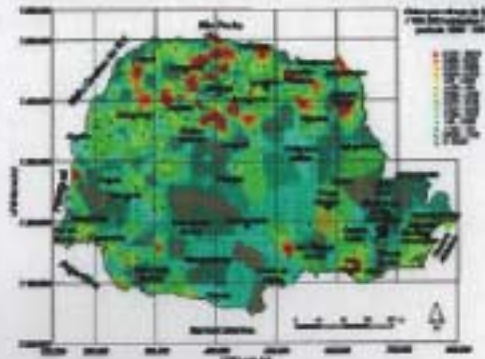
O mapa hidro-geoquímico do flúor delimitou áreas de risco para fluorose em Itambaracá, Curitiba, Mal. Cândido Rondon, Foz do Iguaçu, Nova Tebas, Bandeirantes, Figueira e Curiúva.



Ocorrência de altas concentrações de flúor em água superficial e alta incidência de fluorose no Paraná

3. CLORETOS E BROMETOS

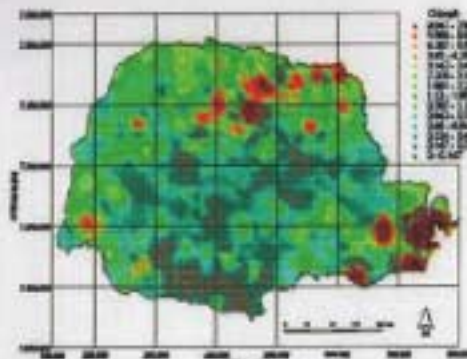
As taxas de óbito mostram correlação geográfica com as culturas de algodão e de café. O mesmo acontece com a distribuição dos teores de Cl e de Br provenientes da degradação do estoque ambiental de pesticidas halogenados. Essa correlação não ocorre com a batata e o fumo.



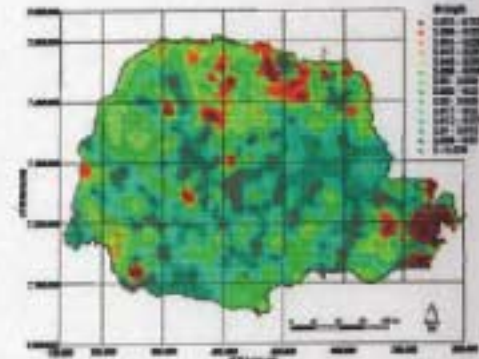
Distribuição da taxa de mortalidade/100.000 hab (média 1980-1997)



Municípios com a maiores e menores taxas de mortalidade



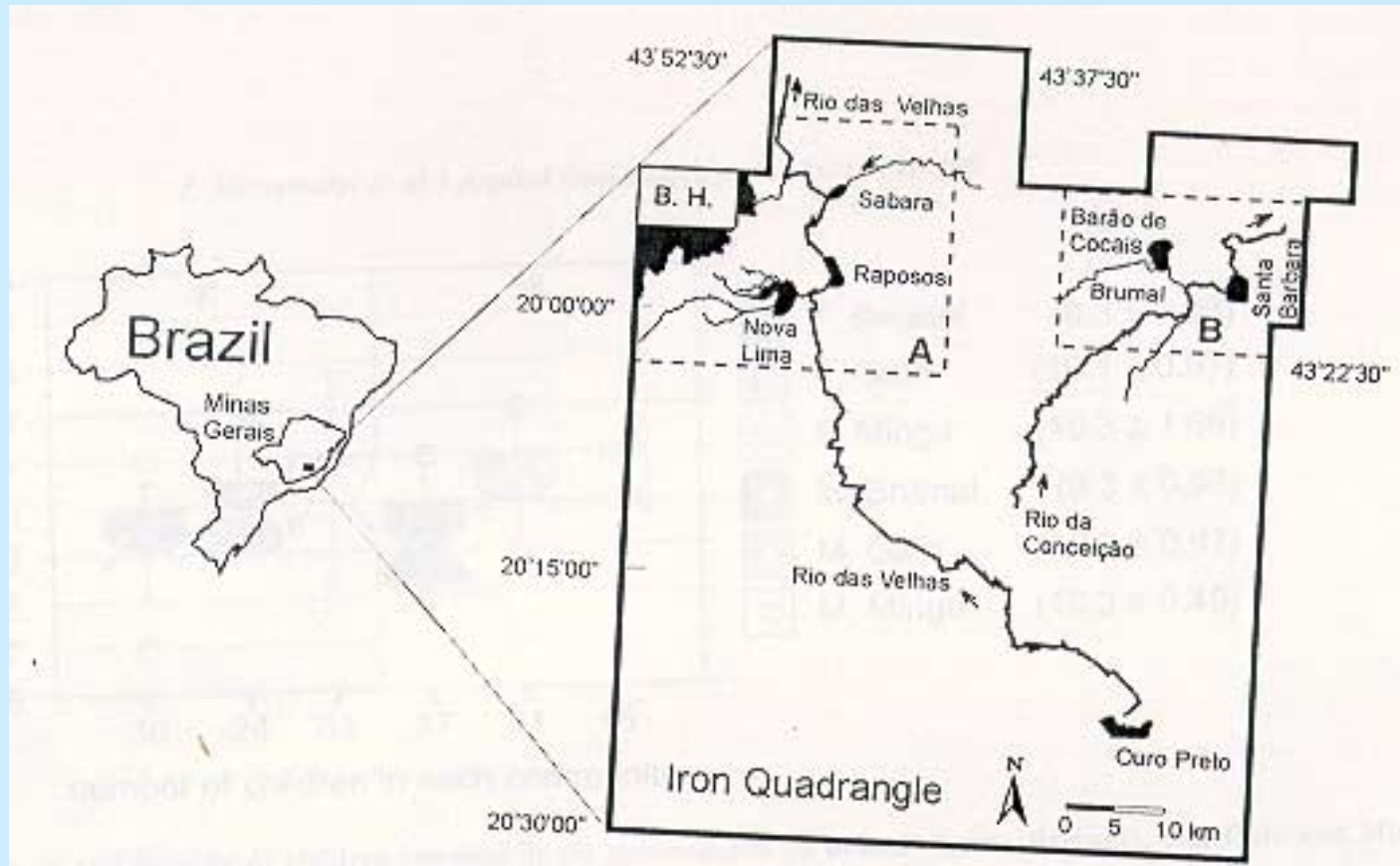
Mapa hidrogeoquímico do Cl



Mapa hidrogeoquímico do Br

Altas taxas de óbito correlacionadas com altos teores de cloretos e brometos em água superficial em áreas com culturas de algodão e café

4. ARSÊNIO



Crianças em idade escolar que moram próximo de minas de ouro abandonadas, na região de Brumal e Nova Lima, em Minas Gerais, apresentam altos teores de arsênio em urina. O metal está presente em altas concentrações nas águas superficial e de poços, em sedimentos de corrente e em solos.

5. CHUMBO

Adrianópolis, Paraná



Crianças em idade escolar que moram próximo de uma refinaria de chumbo e de uma mina de chumbo-zinco desativadas, na região de Adrianópolis, no Vale do Ribeira, no Paraná, apresentaram altos teores de chumbo no sangue. O metal está presente em altas concentrações nos solos superficiais no entorno da refinaria, numa distância de até 5 km, e nas pilhas de rejeito e escória.

Santo Amaro da Purificação, Bahia

A cidade de Santo Amaro da Purificação situa-se ao norte da baía de Todos os Santos, na Bahia. Foi realizado um estudo com a população infantil que moravam ao redor de uma refinaria de chumbo desativada, num raio de até 5 km, com coleta de amostras de sangue. Os resultados mostraram elevados teores de chumbo e cádmio. Esses metais estão presentes, também, em altas concentrações, em material particulado atmosférico, nos solos e na escória.



6. ZINCO E CÁDMIO

Rio de Janeiro: Baía de Sepetiba



A Ingá Mercantil, faliu em 1998 e abandonou 3 milhões de toneladas de rejeito contendo Cd, Zn e Pb às margens da Baía de Sepetiba.

O manguezal está contaminado: água, sedimentos, vegetação e peixes. A contaminação chegou ao lençol freático e as árvores frutíferas da região.

A água de poço apresentou 40 ug g⁻¹ de Cd (VMP=0,005ug g⁻¹, MS) e a goiaba, 10 mg kg⁻¹, Quando o máximo permitido pela OMS é 1mg kg⁻¹.

7. MERCÚRIO

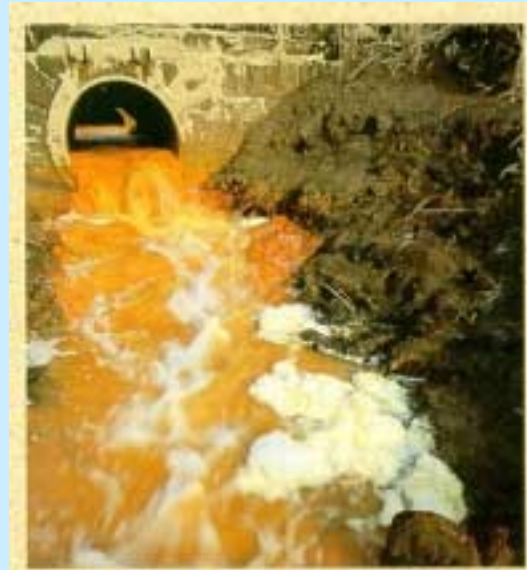
Rio Tapajós, Pará



Na província aurífera do Tapajós, na foz do rio Crepori, a carga de sedimentos em suspensão transporta cerca de quatro toneladas de mercúrio. A pluma poluidora percorre cerca de 30 km ao longo do rio Tapajós.

OUTRAS FORMAS DE CONTAMINAÇÃO ANTRÓPICA:

1. Esgoto doméstico e efluentes industriais



Waste pipe from which polluted water in Merseyside, England, is being discharged to surface waters. (David Woodford photo, Tony Stone Images.)

A poluição dos ecossistemas aquáticos devido as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais acarreta o aumento das concentrações de metais pesados, de nitratos, nitritos, sulfatos e fosfatos nesses ecossistemas. A eutrofização dos ecossistemas aquáticos, consequência das altas concentrações de nitrato e fosfatos, favorece a proliferação de algas tóxicas. Essa contaminação pode levar a graves doenças na população que utiliza a água.

2. Drenagens ácidas



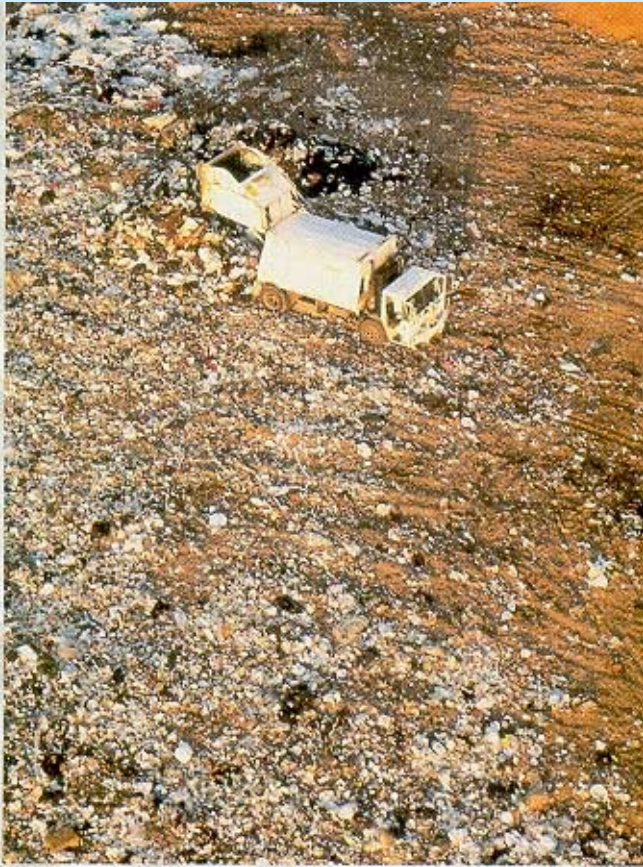
FIGURE 11.7 Pipe discharging partially treated effluent from the Climax Molybdenum Mine in Colorado. (1993, *National Geographic* 184(5A):77.)

As drenagens ácidas estão presentes em regiões com lavra de minérios com sulfetos e liberam metais tóxicos para o meio ambiente, causando danos a saúde dos homens e animais que vivem na região.



3. Resíduos urbanos: lixões

A gestão inadequada dos lixos urbanos conduz a contaminação das águas superficiais e subterrâneas e dos solos com metais pesados e complexos orgânicos, levando a problemas de saúde na população.





Serviço Geológico do Brasil

**CONTAMINAÇÃO HUMANA E
AMBIENTAL POR CHUMBO NO
VALE DO RIBEIRA, NOS
ESTADOS DE SÃO PAULO E
PARANÁ, BRASIL**

FERNANDA GONÇALVES DA CUNHA

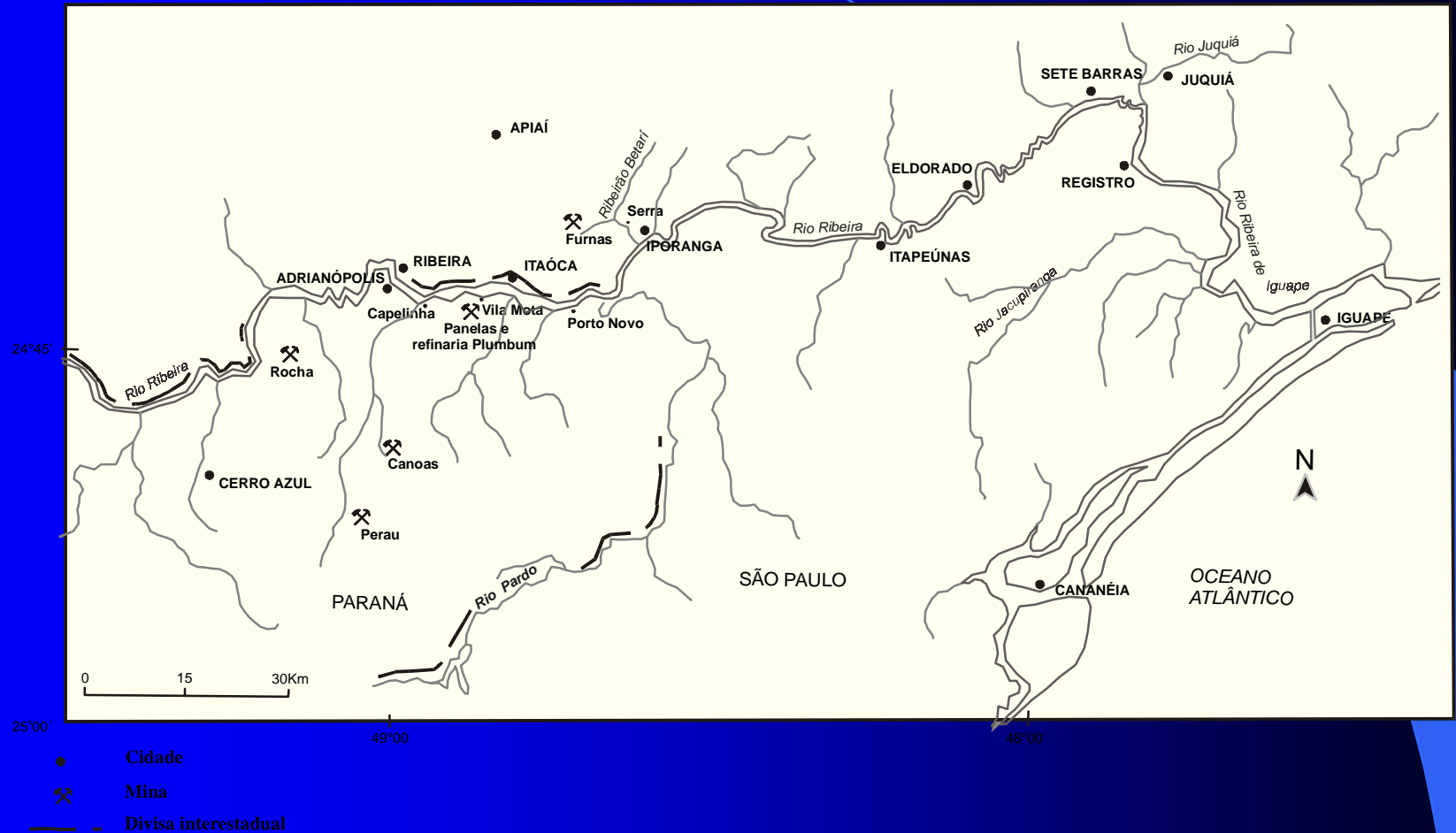


Figura 1.1 - Localização do Vale do Ribeira







Objetivos

- Investigar se a contaminação ambiental por chumbo na região está afetando as populações que ali residem, principalmente as crianças, consideradas população de risco.
- Estudar quais as prováveis fontes de contaminação ambiental na área.

O chumbo e a saúde humana

- **O chumbo pode ser absorvido pelo organismo humano, principalmente, por inalação de poeiras e ingestão de água e alimentos;**
- **Uma vez absorvido é distribuído através do sangue para os órgãos de tecidos moles (fígado, rins, pulmão, cérebro e baço), se acumula nos ossos e dentes e é excretado pelos rins e trato gastrointestinal;**
- **Em adultos cerca de 10% do chumbo ingerido é absorvido pelo organismo, enquanto as crianças absorvem cerca de 40 a 55%;**
- **A meia-vida do chumbo no sangue é de 16 a 40 dias e nos ossos, cerca de 17 a 27 anos;**
- **O chumbo absorvido pelo organismo é perigoso à saúde, principalmente das crianças, podendo afetar severamente o sistema nervoso central, com efeitos irreversíveis;**
- **O teor de chumbo no sangue é uma medida eficaz para verificar a exposição ambiental recente.**

População de risco – as crianças

- **O desenvolvimento do sistema nervoso central aumenta a suscetibilidade das crianças aos efeitos neurotóxicos do chumbo;**
- **Elas brincam diretamente no solo e possuem o hábito de levar as mãos e brinquedos à boca, aumentando a oportunidade de ingerir partículas de solo e inalar poeira;**
- **A eficiente absorção do chumbo através do trato gastrintestinal é maior em crianças do que em adultos;**
- **As deficiências nutricionais de ferro e cálcio prevalecem em crianças e facilitam a absorção do chumbo;**
- **O chumbo pode cruzar a placenta e colocar o feto em risco, podendo causar efeitos adversos ainda no útero e durante o desenvolvimento pós-natal.**

População de risco – as crianças

| | 150µg/dL |
|--|----------|
| Morte | |
| | 100 |
| Encefalopatia Nefropatia Anemia grave | |
| Cólica | |
| | 50 |
| Diminuição da síntese de hemoglobina | 40 |
| Diminuição do metabolismo da vit. D | 30 |
| Diminuição da velocidade de condução nervosa | 20 |
| Limite tóxico | 10 |
| Diminuição do QI Défict na audição Queda nos níveis de crescimento Transferência transplacentária | |

Segundo o Centers for Disease and Prevention - CDC (1991)

Avaliação da exposição humana ao chumbo no Vale do Ribeira

- **Comitê de Ética em Pesquisa da FCM – Unicamp;**
- **Reuniões com os prefeitos e secretários de saúde dos municípios de Ribeira e Iporanga, no estado de São Paulo e Adrianópolis e Cerro Azul, no estado do Paraná;**
- **Reuniões nas escolas municipais com os diretores e professores e posteriormente com os pais e responsáveis, onde foram assinados os Termos de Consentimento;**
- **Coleta das amostras de sangue: participaram crianças na faixa etária entre 7 – 14 anos;**
- **Preenchimento de questionários.**



Coleta de amostras de sangue (junho, novembro e dezembro de 1999 e outubro de 2000)

| Município | Número de crianças |
|--|--------------------|
| Ribeira (área urbana) | 40 |
| Adrianópolis (área urbana) | 67 |
| Adrianópolis (área rural: Vila Mota e Capelinha) | 94 |
| Adrianópolis (área rural: Porto Novo) | 51 |
| Iporanga (área rural: Serra) | 43 |
| Cerro Azul (área urbana) | 40 |
| Total | 335 |

Método analítico: espectrometria de absorção atômica com forno de grafite, no Instituto Adolfo Lutz/SP

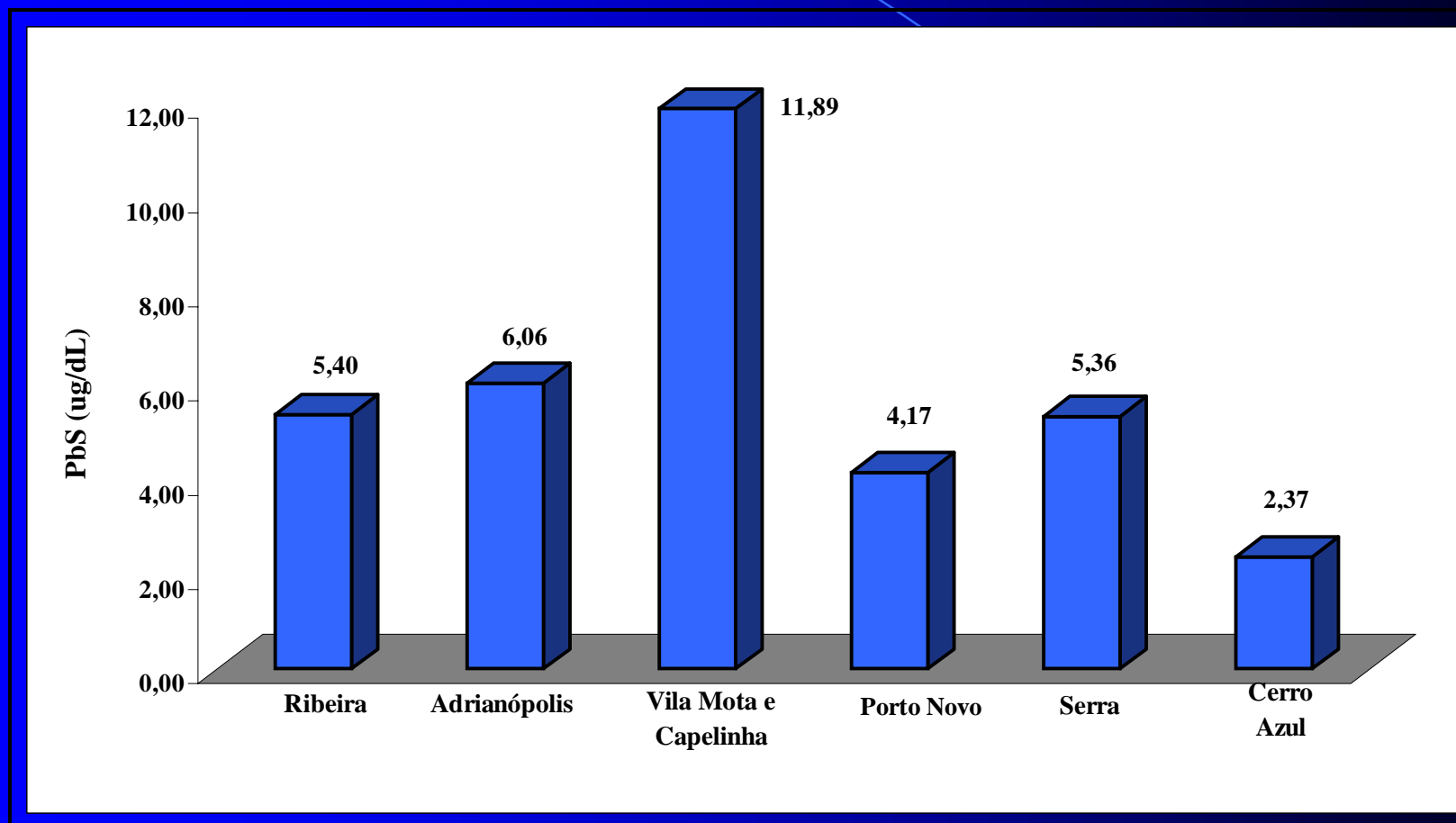


Estudo das prováveis fontes de contaminação ambiental:

- (1) Coleta de 20 amostras de água do rio Ribeira e do ribeirão Betari e de 13 amostras de água utilizada para consumo doméstico, de torneiras de algumas residências nas áreas estudadas;**
- (2) Coleta de 4 amostras de sedimentos de corrente nos mesmos pontos de coleta das amostras de água superficial;**
- (3) Coleta de 21 amostras de solos superficiais (0 – 15 cm) ao entorno da usina de refino em Vila Mota e Capelinha, em Adrianópolis;**
- (4) Coleta de 1 amostra da pilha de rejeito e 1 amostra da pilha de escória.**

Método analítico: espectrometria de absorção atômica com fonte de plasma (ICP/AES), na CPRM/RJ.

Teores de chumbo no sangue das crianças

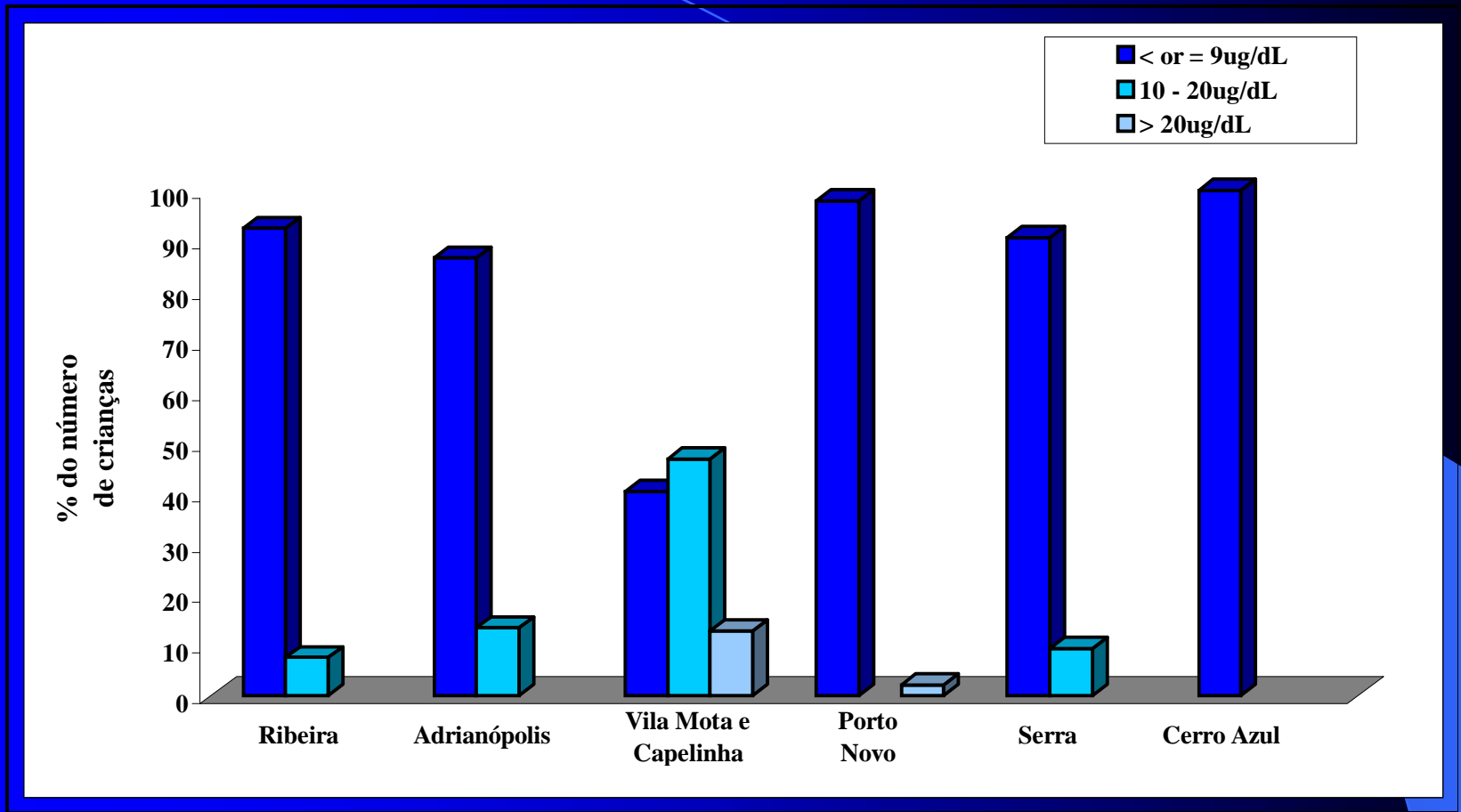


Médias aritméticas dos teores de chumbo nas amostras de sangue nas populações de crianças que participaram do estudo

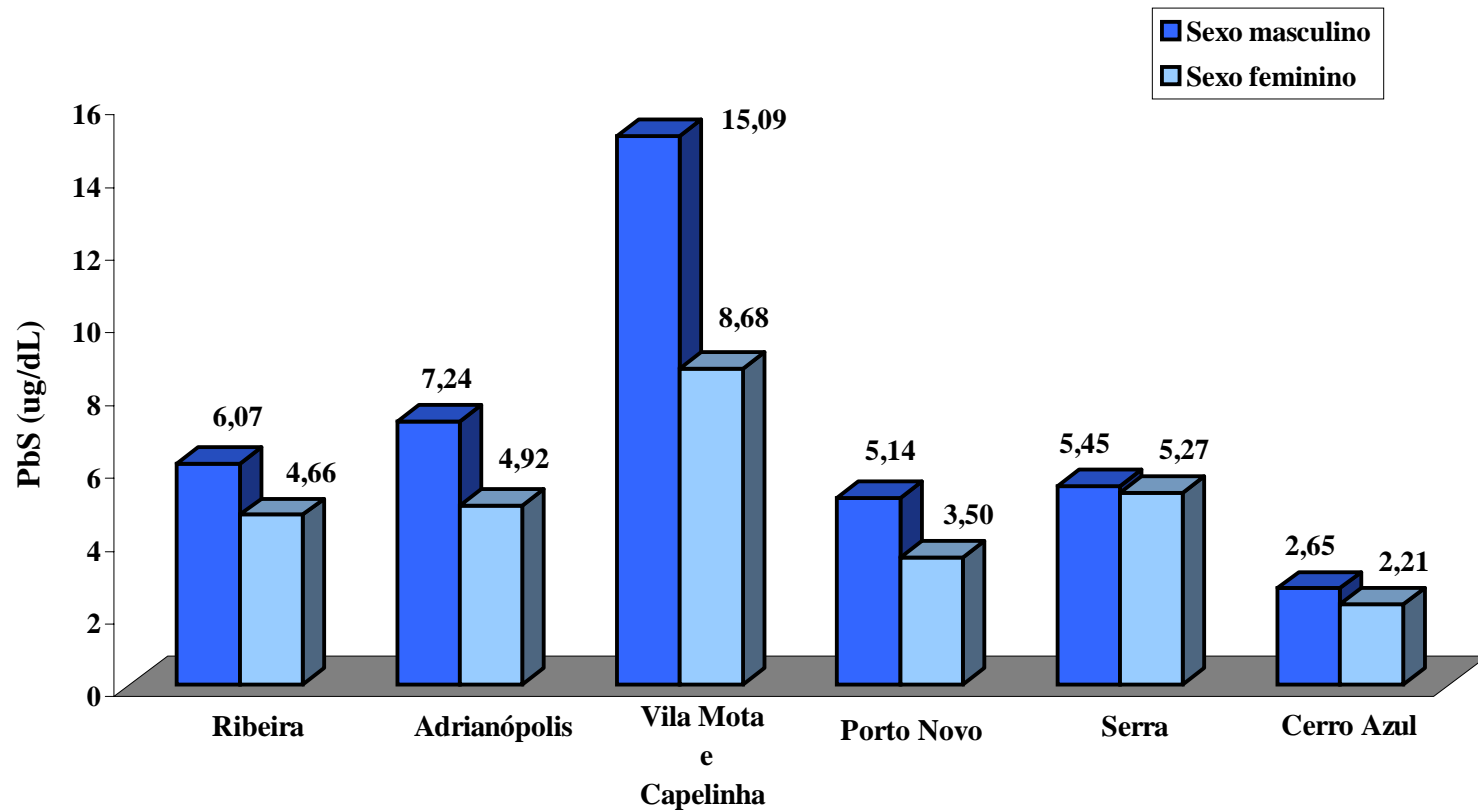
| Classe | Teores de chumbo no sangue ($\mu\text{g dL}^{-1}$) | Comentários | Ribeira N=40 | Adrianópolis N=67 | Vila Mota e Capelinha N=94 | Porto Novo N=51 | Serra N=43 | Cerro Azul N=40 |
|--------|--|---|-----------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| I | = ou < 9 | As crianças não são consideradas intoxicadas por chumbo | 92,5% | 86,6% | 40,4% | 98% | 90,7% | 100% |
| IIA | 10 – 14 | Sugere-se desenvolver atividades de prevenção educacional e nutricional. Avaliação freqüente das crianças. | 5,0% | 10,4% | 37,2% | - | 7% | - |
| IIB | 15 – 19 | As crianças da Classe II devem receber maior atenção nutricional e avaliação freqüente. Se os níveis persistirem: investigação e intervenção ambiental. | 2,5% | 3,0% | 9,6% | - | 2,3% | - |
| III | 20 – 44 | Avaliação e remediação ambiental. Avaliação médica. | - | - | 12,8% | 2% | - | - |

N = número de crianças

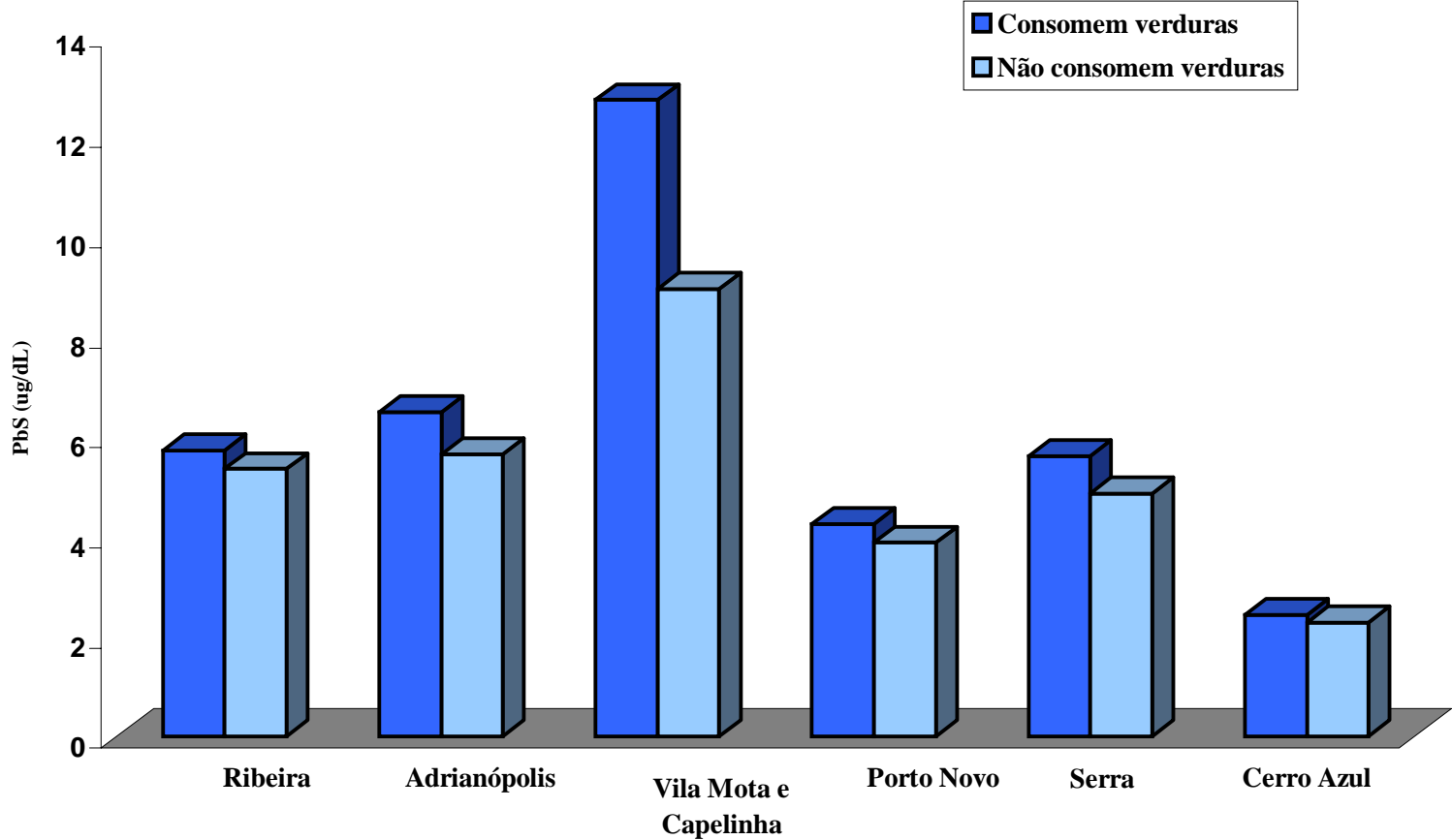
Classificação das populações das crianças que participaram deste estudo, de acordo com as classes definidas pelo CDC (1991)



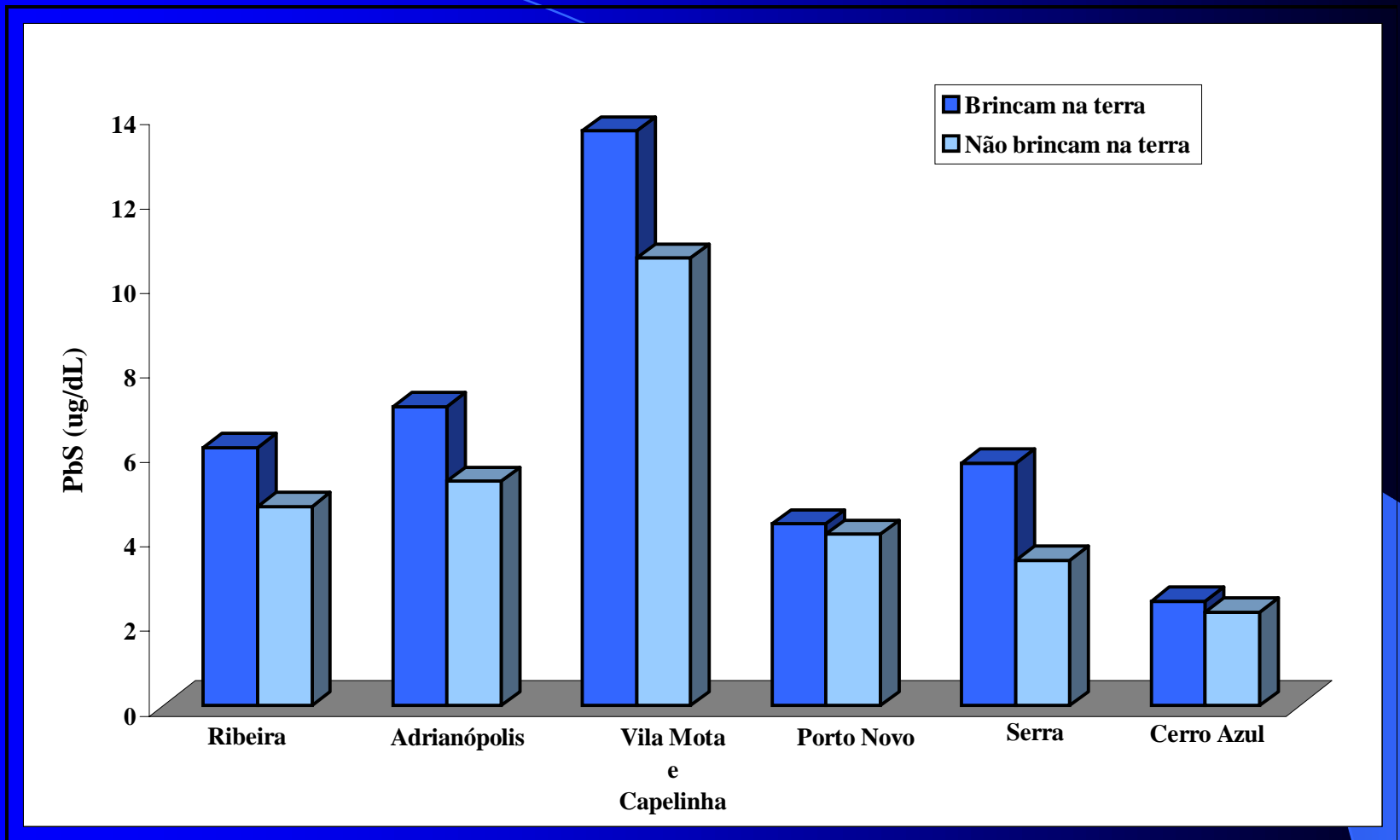
Classificação das populações das crianças em relação as concentrações de chumbo no sangue, segundo o CDC (1991)



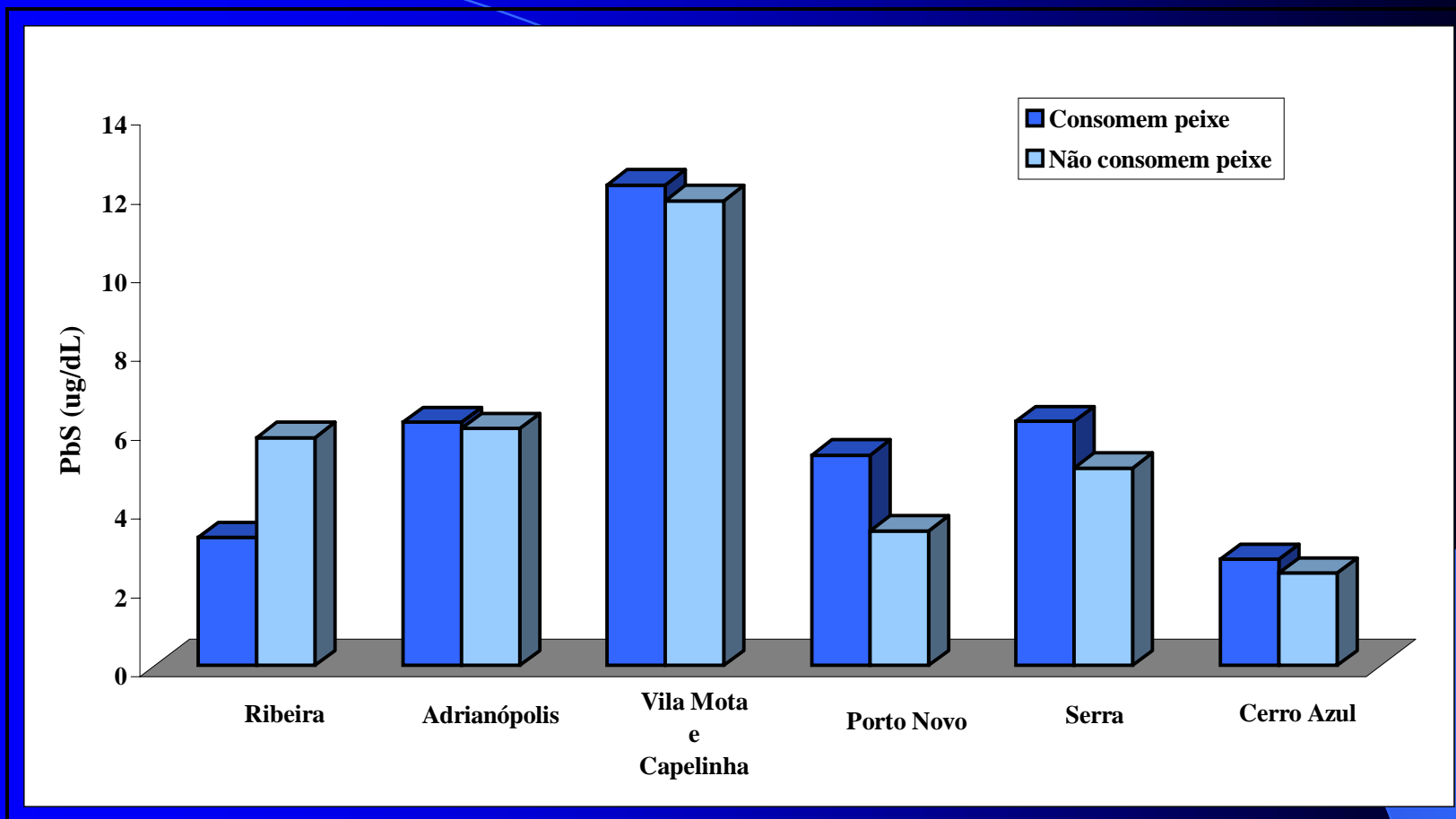
Médias aritméticas das concentrações de chumbo no sangue nas populações das crianças, segundo o sexo



Médias aritméticas das concentrações de chumbo no sangue das populações das crianças, de acordo com o consumo de verduras das hortas domésticas



Médias aritméticas das concentrações de chumbo no sangue das populações das crianças, de acordo com o contato com o solo



Médias aritméticas das concentrações de chumbo no sangue nas populações das crianças, de acordo com o consumo de peixes dos rios da região

- **Os resultados encontrados para PbS indicam que as atividades decorrentes dos processos de refino dos minérios de chumbo pela Plumbum afetaram todas as populações de crianças estudadas, com exceção a de Cerro Azul;**
- **60% das crianças de Vila Mota e Capelinha, população próxima da refinaria, apresentaram níveis de chumbo no sangue acima de 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$, enquanto somente 8% das crianças das outras populações apresentaram teores de chumbo no sangue acima de 10 $\mu\text{g}/\text{dL}$.**

Pontos de coleta das amostras de água superficial e de sedimentos de corrente

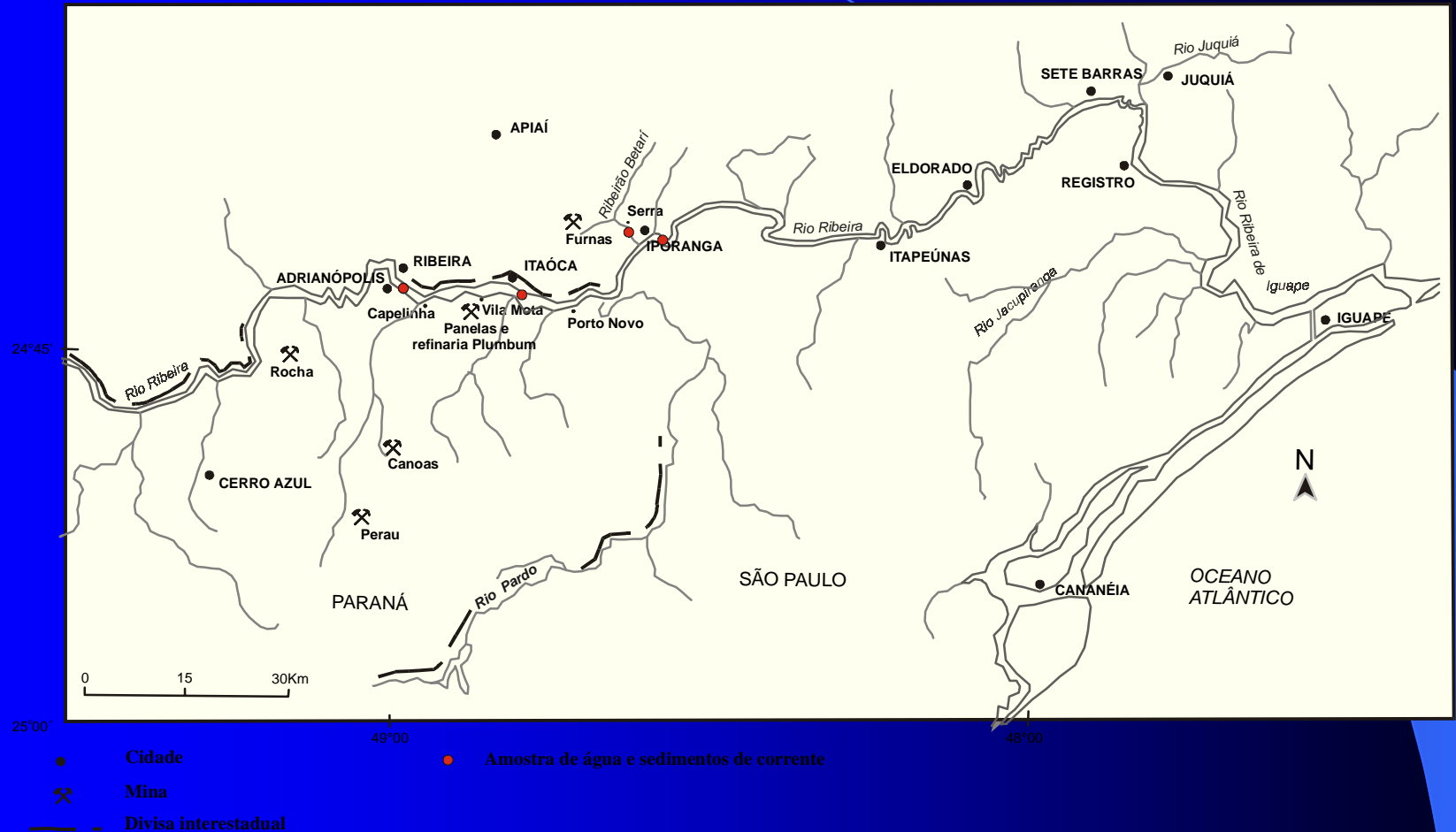


Figura 1.1 - Localização do Vale do Ribeira

Concentrações de chumbo na água superficial e das torneiras residenciais

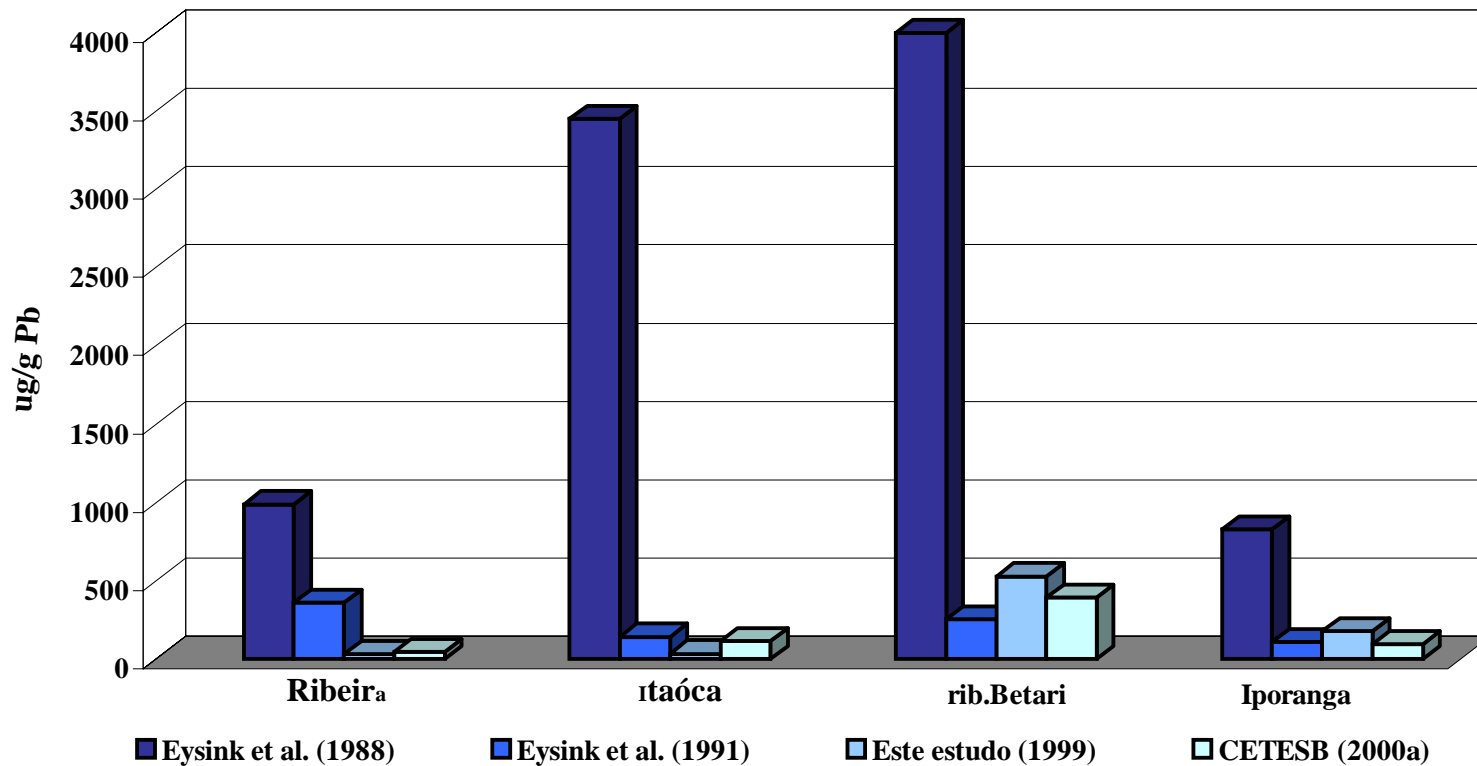
Concentrações de chumbo em amostras de água superficial ao longo dos anos 1989 a 2000 e em amostras de água de torneiras residenciais no Alto Vale do Ribeira

| Ano | Concentrações de chumbo (mg L ⁻¹) | Referência bibliográfica |
|-----------|---|-----------------------------|
| | Água superficial | |
| 1978-2000 | < 0,02 a 0,34 | CETESB, 1979 - 2001 |
| 1986 | < 0,01 a 0,21 | Eysink <i>et al.</i> , 1988 |
| 1997-1998 | < 0,002 a 0,005 | CETESB, 2000a |
| 1998-2000 | < 0,005 a 0,006 | Este estudo |
| | Água de torneira | |
| 1999 | < 0,005 a 0,008 | Este estudo |

Limite para Pb em água superficial do CONAMA = 0,03 mg/L

Limite para Pb em água potável (MS) = 0,01 mg/L

Concentrações de chumbo nos sedimentos de corrente



Limite para sedimento não contaminado = 40 ug/g
(Prater & Anderson, 1977)

Concentrações de chumbo nos solos superficiais, na escória e no rejeito

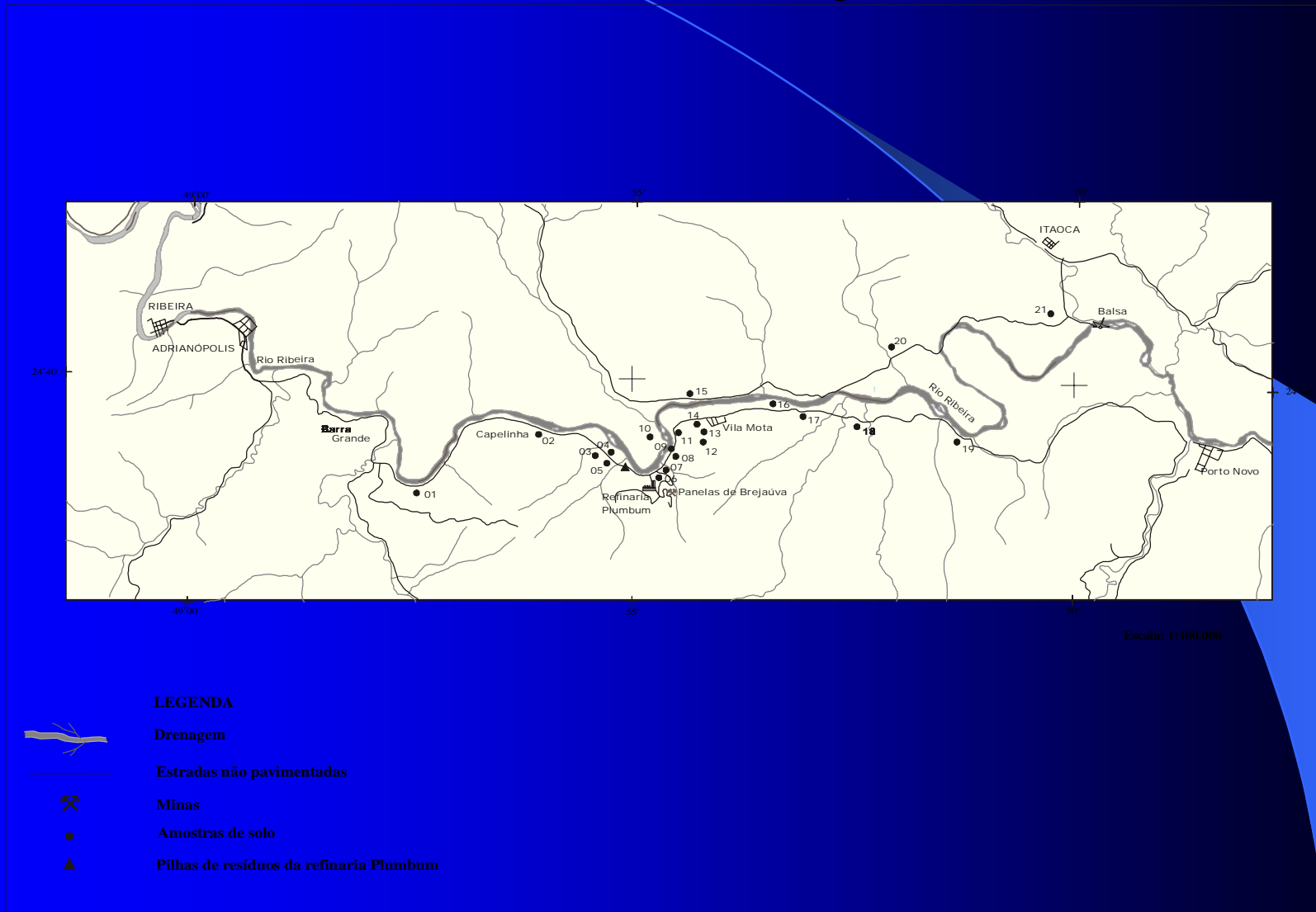


Figura 2.1- Localização das amostras de solo e das pilhas de resíduos da Plumbum

| Número da amostra | Teor de chumbo (ug g ⁻¹) | pH | Distância da Plumbum | Número da amostra | Teor de chumbo (ug g ⁻¹) | pH | Distância da Plumbum |
|-------------------|--------------------------------------|-----|----------------------|-------------------|--------------------------------------|-----|----------------------|
| 1 | 175 | 6,6 | 5 km | 12 | 245 | 5,9 | 1,5 km |
| 2 | 432 | 6,6 | 2,5 km | 13* | 217 | 7,2 | 1,7 km |
| 3 | 343 | 7,9 | 1,2 km | 14* | 293 | 6,3 | 1,8 km |
| 4 | 63 | 6,2 | 1 km | 15 | 37 | 5,9 | 2 km |
| 5 | 672 | 6,7 | 1 km | 16 | 52 | 5,6 | 3,5 km |
| 6* | 904 | 6,5 | 300 m | 17 | 76 | 5,9 | 3,6 km |
| 7 | 397 | 6,5 | 500 m | 18 | 58 | 5,8 | 4,5 km |
| 8 | 916 | 6,3 | 900 m | 19 | 21 | 5,6 | 6,5 km |
| 9* | 802 | 5,5 | 900 m | 20 | 37 | 5,8 | 6,0 km |
| 10 | 76 | 5,0 | 1 km | 21 | 26 | 5,5 | 9,5 km |
| 11 | 117 | 6,7 | 1,4 km | | | | |

* solos de horta

escória → 2,5% de chumbo rejeito → 0,7% de chumbo

background do chumbo em solos na região → 13 a 49 µg/g

teor de Pb no solo que caracteriza alteração da qualidade ambiental, com risco à saúde do homem = 100 ug/g (Casarini et al.,2001)

Toxicidade dos solos

- Foram selecionadas 12 amostras de solo com teores de chumbo acima de 100 ug g^{-1}
- Extração do chumbo presente na fração adsorvida ou trocável, utilizando EDTA 0,25%
- Análise mineralógica das amostras de solo e do rejeito
- Análise química da escória
- Teste de toxicidade (*“Toxicity Characteristic Leaching Procedure – TCLP”*) (EPA, 1996)

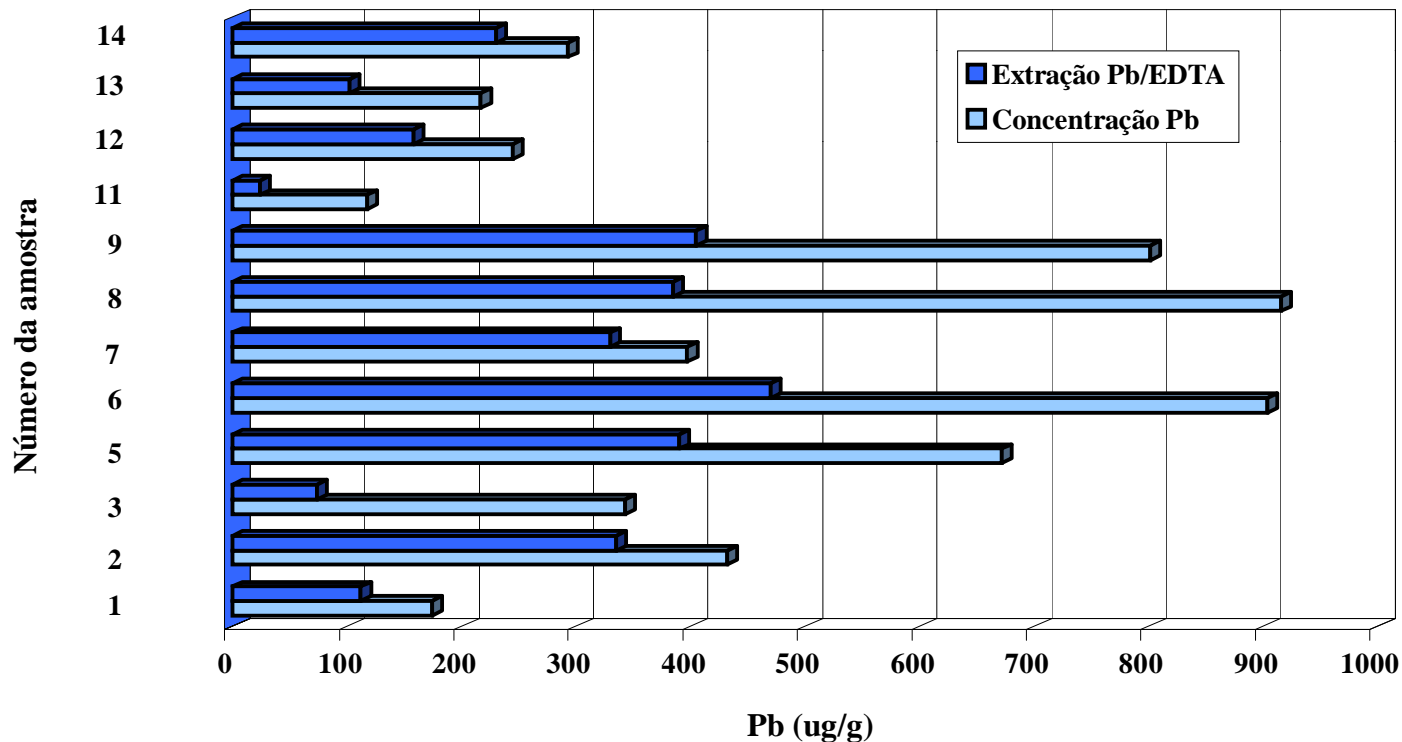
Resultados das análises químicas das amostras de solo, escória e rejeito

| Amostra | Distância da Plumbum | Concentração do Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$) | pH | Extração Pb por EDTA ($\mu\text{g g}^{-1}$) | TCLP (1) (mg L^{-1}) |
|---------|----------------------|---|-----|---|---------------------------------|
| 1 | 5 km | 175 | 6,6 | 112 | < 5 |
| 2 | 2,5 km | 432 | 6,6 | 335 | 8 |
| 3 | 1,2 km | 343 | 7,9 | 74 | < 5 |
| 5 | 1 km | 672 | 6,7 | 390 | 8 |
| 6* | 300 m | 904 | 6,5 | 470 | 24 |
| 7 | 500 m | 397 | 6,5 | 330 | 8 |
| 8 | 900 m | 916 | 6,3 | 385 | 40 |
| 9* | 900 m | 802 | 5,5 | 405 | 64 |
| 11 | 1,4 km | 117 | 6,7 | 24 | < 5 |
| 12 | 1,5 km | 245 | 5,9 | 158 | < 5 |
| 13* | 1,7 km | 217 | 7,2 | 102 | < 5 |
| 14* | 1,8 km | 293 | 6,3 | 230 | 8 |
| rejeito | 800 m | 0,70 % | 7,8 | 0,19 % | 0,18 % |
| escória | 800 m | 2,60 % | 7,4 | 0,40 % | 0,05 % |

* amostras de solo de horta
 (1) limite máximo 5 mg L^{-1}

Extração do chumbo da fração adsorvida com EDTA 0,25%

O EDTA pode ser considerado um extrator eficiente para avaliar biodisponibilidade do chumbo em amostras de solo (Mazur et al., 1997).



Análise mineralógica por Difração de raios X

- **Não houve variação mineralógica, significativa, entre as frações granulométricas analisadas;**
- **Os principais constituintes dos solos são: quartzo, microclina, albita e minerais de argila (montmorilonita e caulinita);**
- **Algumas amostras mostraram a presença de muscovita e Mg-hornblenda;**
- **Na amostra 12, observou-se diásporo (hidróxido de Al) na fração areia média a muito fina;**
- **Nas amostras 5 e 7 ocorreu clinocloro na fração mais grosseira, sendo que na amostra 7, apareceu talco. São produtos de alteração da Mg-hornblenda;**
- **A composição mineralógica do rejeito é: quartzo, dolomita, K-feldspato, barita e calcita.**

Análise química da escória de forno ao microscópio eletrônico de varredura - MEV

- **A amostra de escória é constituída das seguintes fases minerais: óxidos de chumbo, de ferro e de zinco, e de silicatos;**
- **Em alguns grãos menores aparecem óxidos de alumínio, de bário, de magnésio, de molibdênio, de cobre;**
- **Em alguns grãos médios aparece arsênio (As_2O_3);**
- **O chumbo presente na escória está principalmente na forma de óxido, em elevada concentração (96%), principalmente na fração mais fina.**

Teste de toxicidade – “*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*” – TCLP (US EPA Method 1311, 1996)

- **É um método de extração dos constituintes tóxicos da fração líquida do rejeito sólido, similar ao processo de lixiviação;**
- **O solo contaminado por chumbo pode ser definido como tóxico em relação à saúde humana, se a concentração do metal no extrato TCLP exceder a 5,0 mg/L.**
- **Somente as amostras 1, 3, 11, 12 e 13 mostraram valores para TCLP < 5 mg/L;**
- **As outras amostras de solo apresentaram valores para TCLP de quase 2 a 5 vezes o valor definido pela EPA como solo tóxico em relação à saúde humana.**

Considerações finais

- Os resultados dos estudos evidenciaram que as atividades da refinaria Plumbum em Vila Mota, no município de Adrianópolis, no Paraná, exerceram grande influência nos níveis de chumbo no sangue das crianças que residem nas adjacências da planta de refino;
- Os estudos mostraram que os solos superficiais no entorno da Plumbum, em Vila Mota e Capelinha, estão contaminados por chumbo e podem se considerados, atualmente, como fonte de exposição, mas trata-se de uma contaminação residual devida às atividades da refinaria por 50 anos de funcionamento na região;
- Fica evidente a necessidade de estudos adicionais, visando a aplicação de medidas de remediação e educação ambiental, com apoio dos governos municipais e estaduais.

Estudos de remediação ambiental: medidas emergenciais

- (1) Campanha de esclarecimento sobre os resultados do estudo realizado, dos riscos da toxicidade do chumbo, das fontes e vias de exposição;**
- (2) Lavagem das residências para retirar a poeira acumulada durante os anos passados;**
- (3) Redução da poeira, com pavimentação das estradas e ruas e recobrimento dos solos com vegetação;**
- (4) Retirada das pilhas de escória e rejeito, com avaliação da extensão da contaminação local (infiltração do chumbo no solo até o lençol freático);**
- (5) Continuação do programa de avaliação médica nas crianças que apresentaram teores de chumbo no sangue $> 20 \mu\text{g/dL}$;**
- (6) Intervenção nutricional, com alimentação rica em Fe e Ca;**
- (7) Como alternativa: remoção das famílias residentes em Vila Mota e Capelinha para outra área não poluída no Alto Vale do Ribeira.**

PGAGEM - Relações Institucionais

**PARCEIROS
FEDERAIS**

**PARCEIROS
MUNICIPAIS**

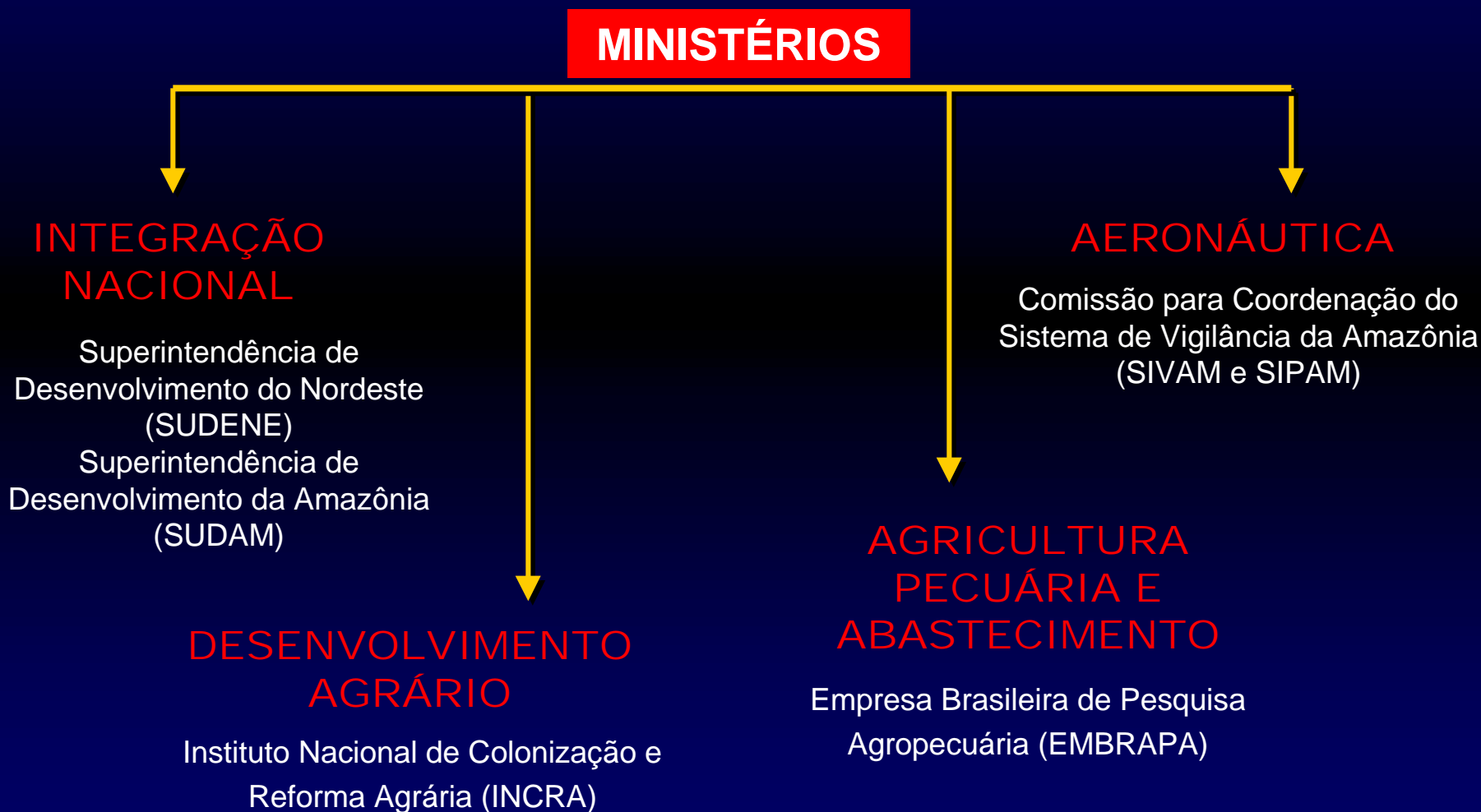
**PRINCIPAIS
PARCERIAS
INSTITUCIONAIS**

**PARCEIROS
ESTADUAIS**

**OUTROS
PARCEIROS**

PGAGEM - Relações Institucionais

PARCEIROS FEDERAIS



PGAGEM - Relações Institucionais

PARCEIROS FEDERAIS

MINISTÉRIOS

```
graph TD; A[MINISTÉRIOS] --> B[CIÊNCIA E TECNOLOGIA]; A --> C[PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO]; A --> D[EDUCAÇÃO]; B --> B1[Centro de Tecnologia Mineral (CETEM)]; B --> B2[Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)]; B --> B3[Instituto Nacional de Tecnologia (INT)]; B --> B4[Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)]; B --> B5[Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)]; B --> B6[Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)]; B --> B7[Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)]; C --> C1[Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)]; D --> D1[Universidades Federais];
```

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Centro de Tecnologia Mineral (CETEM)
Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)
Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO

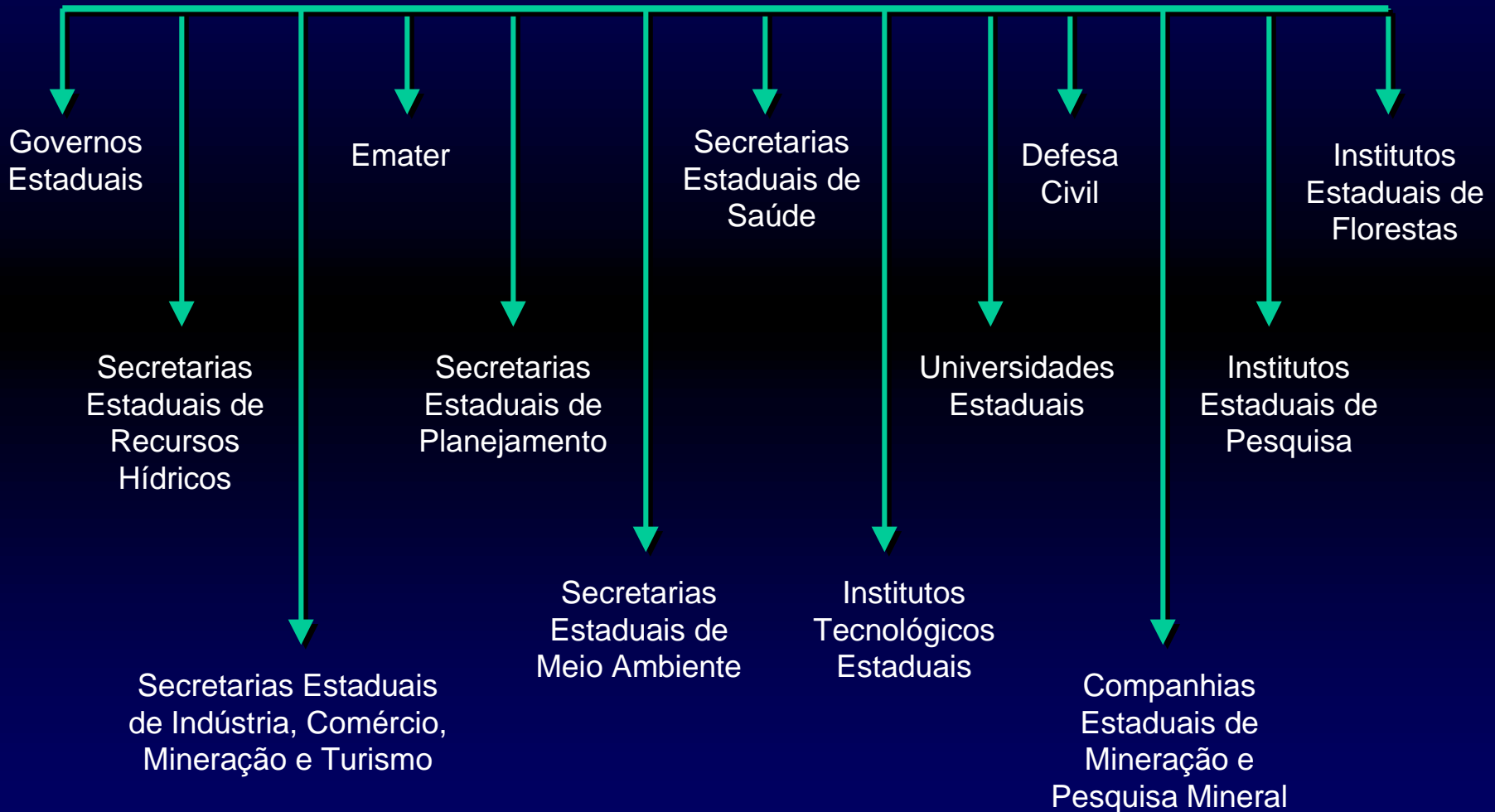
Instituto Brasileiro de Geografia
e Estatística (IBGE)

EDUCAÇÃO

Universidades Federais

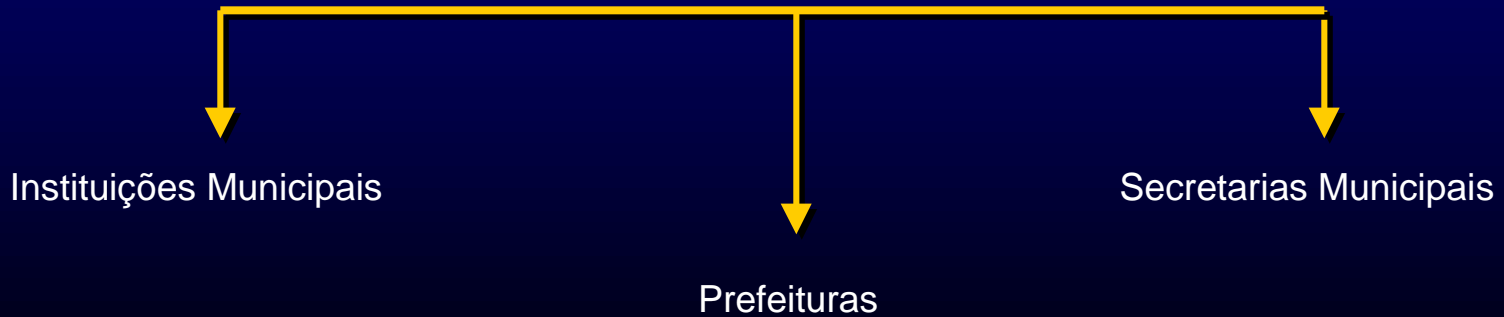
PGAGEM - Relações Institucionais

PARCEIROS ESTADUAIS

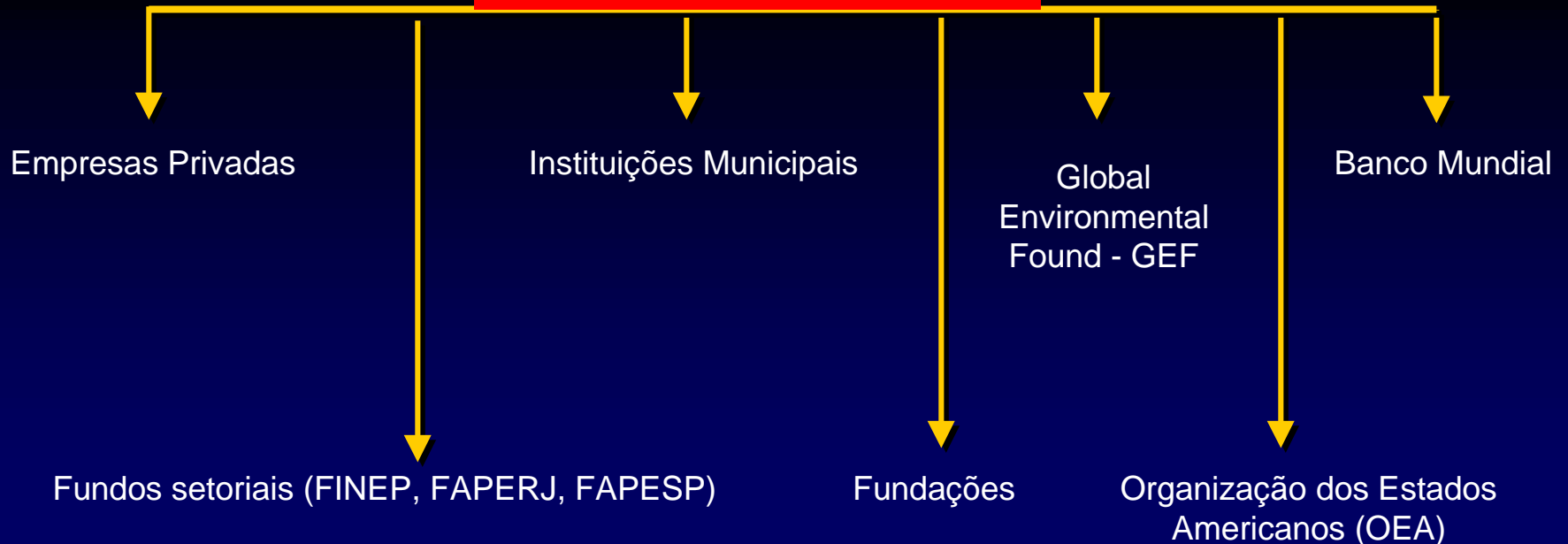


PGAGEM - Relações Institucionais

PARCEIROS MUNICIPAIS



OUTROS PARCEIROS



PGAGEM - Relações Institucionais

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|---------------|--------|---------------------------|----------|----------|--|
| 1 - SUREG | | | | | | | 2 - DATA | | |
| 3 - INSTITUIÇÃO VISITADA | | | | | | | | | |
| 4 - ENDEREÇO | | | | | | | | | |
| 5 - BAIRRO / DISTRITO | | | | 6 - MUNICÍPIO | | | 7- UF | 8 - CEP | |
| 9 - TELEFONE | | | | 10 - E-MAIL | | | 11 - FAX | | |
| 12 - PARTICIPANTES | | | | | E-MAIL | | | TELEFONE | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 13 - ASSUNTOS TRATADOS | | | | | | | | | |
| 14 - PRÓXIMOS PASSOS | | | | | | | | | |
| 36 - AUTENTICAÇÃO | | | | | | | | | |
| , 12 de junho de 2003 | | | | | | | | | |
| LOCAL / DATA | | | | | | ASSINATURA DO RESPONSÁVEL | | | |



Serviço Geológico do Brasil



**PGAGEM - Programa Nacional de Pesquisa em
Geoquímica Ambiental e Geologia Médica**

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



Cadastro - Roda de discussão

regagem@ige.unicamp.br



Serviço de Atendimento aos Usuários

seus@rj.cprm.gov.br



Serviço Geológico do Brasil



Pesquisa de *geologia médica*
Pesquisa de *geomedicina*

Resultados 1- 10 de 49
Resultados 1- 10 de 81



Resultados incluindo *geomedicina* em:

0 Categorias | 1 Site cadastrado | 0 Notícias | Outros sites

Resultados incluindo "*geologia médica*" em:

Categorias | Sites | Notícias | 8 Sites da web



Serviço Geológico do Brasil

Geomedicina: Aplicaciones terapeuticas de los lodos de Turba **Chile**
www.geocities.com/ceniuschile/Usobarro.html

Geomedicina na prática ... Do casamento entre... surge... a geomedicina,
jbonline.terra.com.br/jb/papel/ciencia/2001/02/20/jorcie20010220001.html
Brasil

"Algumas Reflexões ... apelidada de Geomedicina
www.igm.pt/edicoes_online/estudos/tomo39/artigo1.htm **Portugal**

Se presentó una nueva disciplina en medicina: *geología médica*
www.segemar.gov.ar/noticias/noticiassegemar/nota.asp?bol=9¬a=151
Argentina

La Geomedicina ... la Geochimica Medica ... di alcune aree geografiche
www.dst.unipi.it/fist/salute/salute.htm **Itália**



Serviço Geológico do Brasil

Serviço Geológico da Suécia

Medical geology (geomedicine)

http://www.sgu.se/verksamhet/tillampa/geomedi/geomed_e.htm

Medical Geology is defined as the science dealing with the influence of ordinary environmental factors on the geographical distribution of health problems in man and animals.

.....

Accordingly, this is a complicated subject and interdisciplinary contributions from essentially different scientific fields are required when these problems are to be solved.

.....

Especially in the **Nordic countries** the term **Geomedicine** is used, but the **international term** is normally **Medical Geology**.



Serviço Geológico do Brasil

PGAGEM - Estatística de Acesso

Última Atualização: 10 Jun 2003

Período reportado: Jun 2003

| <u>Páginas</u> | <u>Acesso</u> |
|--|---------------|
| <u>/pgagem/artigos.htm</u> | 163 |
| <u>/pgagem/inicio.htm</u> | 135 |
| <u>/pgagem/geosaude.pdf</u> | 127 |
| <u>/pgagem/pgagem.pdf</u> | 113 |
| <u>/pgagem/sumario.htm</u> | 69 |
| <u>/pgagem/anexo2.pdf</u> | 59 |
| <u>/pgagem/slides_palestra.pdf</u> | 58 |
| <u>/pgagem/resumo_pales.pdf</u> | 55 |



Serviço Geológico do Brasil

PGAGEM - Estatística de Acesso

Última Atualização: 10 Jun 2003

Período reportado: Jun 2003

| <u>Páginas</u> | <u>Acesso</u> |
|---|---------------|
| /pgagem/sumarioexec.htm | 39 |
| /pgagem/cetem.pdf | 31 |
| /pgagem/linkuteis.pdf | 31 |
| /pgagem/levantamentosp.htm | 21 |
| /pgagem/cogeomeeting.htm | 20 |
| /pgagem/eventos.pdf | 19 |
| /pgagem/projetos.htm | 19 |
| /pgagem/wshop.htm | 18 |



Serviço Geológico do Brasil

PGAGEM - Estatística de Acesso

Última Atualização: 10 Jun 2003

Período reportado: Jun 2003

| <u>Páginas</u> | <u>Acesso</u> |
|--|---------------|
| <u>/pgagem/georegional.pdf</u> | 17 |
| <u>/pgagem/literaturarec.pdf</u> | 16 |
| <u>/pgagem/anexo3.pdf</u> | 15 |
| <u>/pgagem/fotos.zip</u> | 14 |
| <u>/pgagem/introducao.pdf</u> | 12 |
| <u>/pgagem/selehorses.htm</u> | 10 |
| <u>/pgagem/atasga2.htm</u> | 9 |
| <u>/pgagem/organizacoes.htm</u> | 8 |



Serviço Geológico do Brasil

PGAGEM - Estatística de Acesso

Última Atualização: 10 Jun 2003

Período reportado: Jun 2003

| <u>Páginas</u> | <u>Acesso</u> |
|---|---------------|
| /pgagem/eventec.htm | 7 |
| /pgagem/introducao.htm | 7 |
| /pgagem/diversos.pdf | 6 |
| /pgagem/objetivos.pdf | 6 |
| /pgagem/localizacao.pdf | 6 |
| /pgagem/discussao.htm | 5 |
| /pgagem/usnavy2.pdf | 5 |
| /pgagem/trabtec.pdf | 4 |



Serviço Geológico do Brasil

PGAGEM - Estatística de Acesso

Última Atualização: 10 Jun 2003

Período reportado: Jun 2003

| <u>Páginas</u> | <u>Acesso</u> |
|---|---------------|
| <u>/pgagem/eventos.htm</u> | 4 |
| <u>/pgagem/anexo1.pdf</u> | 4 |
| <u>/pgagem/anexo1.pdf</u> | 4 |
| <u>/pgagem/levantamentorj.htm</u> | 4 |
| <u>/pgagem/trabtec.htm</u> | 3 |
| <u>/pgagem/q23magnesio.pdf</u> | 3 |
| <u>/pgagem/considegerais.pdf</u> | 3 |
| <u>/pgagem/q23litio.pdf</u> | 3 |
| <u>/pgagem/metodologia.pdf</u> | 3 |



Serviço Geológico do Brasil

CPRM - Serviço Geológico do Brasil - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

Serviço Geológico do Brasil

CPRM

Geologia
Geofísica
Geoquímica
Recursos Minerais
Recursos Hídricos
Oportunidades Minerais
Gestão Territorial
LAMIN
Biblioteca

A Organização

Nossos Endereços:
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Av. Pasteur, 404 - Urca
Cep:22290-240
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (55 21)2295-5337
2295-5382
Fax:(55 21)2542-3647

Sede - Brasília
Tel.: (61) 426-5252
Fax.: (61) 225-3665

cprm@cprm.gov.br

Pergunte ao Geólogo | Produtos | Unid. Regionais

 Informações do Meio Físico da Região Metropolitana do Recife (Publicações 1992-2002) **Novo**

 Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno

 Cadastramento de Fontes de Abastecimento de Água Subterrânea Parte do Semi-Árido Brasileiro

 **PGAGEM** - Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica.

 **Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil - Uso do Subsolo**

Fale conosco 



XX Simpósio de Geologia do Nordeste - Fortaleza de 16 a 19 de novembro de 2003.

Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste - Estado de Sergipe

Previsão Semanal de Níveis D'água dos Rios do Pantanal 

GEOLOGANDO Guia de pesquisa na WEB para

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

Iniciar  CPRM - Serviço Geol... 13:13




Serviço Geológico do Brasil


Atigos e Trabalhos Técnicos - Netscape


File Edit View Go Communicator Help

BRASIL.GOV

 Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica
PGAGEM

- SUMÁRIO EXECUTIVO
- PROPOSTA PRELIMINAR
- PROJETOS
- PALESTRAS, ARTIGOS E TRABALHOS TÉCNICOS
- EVENTOS
- ASSOCIAÇÕES E ORGANIZAÇÕES
- LINKS ÚTEIS
- LITERATURA RECOMENDADA

● Cadastro - Roda de discussão:
 regagem@ige.unicamp.br

● Fale com a gente:
 seus@rj.cprm.gov.br

◀ voltar

Document: Done


Iniciar | Antigos e Trabalhos T... | Microsoft PowerPoint - [S&... | 13:16

Artigos e Trabalhos Técnicos - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

BRASIL.GOV

Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica PGAGEM



Palestras, Artigos e Trabalhos Técnicos

- ◆ A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental (texto)
- ◆ A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental (figuras e fotografias)
- ◆ Arsênio do Minério de Manganês de Serra do Navio
- ◆ Guide for Incorporating Bioavailability Adjustments into Human Health and Ecological Risk Assessments at U. S. Navy and Marine Corps Facilities
 - Part 1: Overview of Metals Bioavailability_
 - Part 2: Technical Background Document
- ◆ A Systematic Review of Public Water Fluoridation
- ◆ ATSDR-Agency for Toxic Substances and Disease Registry Case Study in Environmental Medicine: Arsenic Toxicity Case Study
- ◆ Bioavailability of Metals
- ◆ Chromium Toxicity
- ◆ Environmental Triggers of Asthma
- ◆ Effect of Selenium Source on Selenium digestability and retention in exercised thoroughbreds
- ◆ Geologia Médica - Geotrack
- ◆ Asbestos Toxicity
- ◆ Chumbo contamina crianças no Ribeira
- ◆ Evolução Temporal da Poluição por Metais Pesados em Sedimentos do Rio Paraíba do Sul, Estado do RJ
- ◆ EPA - Proposes New Standards to Protect Public Health from Radon in Drinking Water and Indoor Air
- ◆ Medical Geology
- ◆ Medical Management Guidelines (MMGs) for Acute Chemical Exposures

Document: Done

Iniciar | Artigos e Trabalhos T... | Microsoft PowerPoint - [Sl... | 13:19

Artigos e Trabalhos Técnicos - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

- Assessments at U. S. Navy and Marine Corps Facilities
 - Part 1: Overview of Metals Bioavailability_
 - Part 2: Technical Background Document for Assessing Metals Bioavailability_
- Stoddard Solvent Toxicity
- Children's Exposures - ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry
- Geologia e Salute
- Geologia e Saúde
- Environmental Triggers of Asthma
- Effect of Selenium Source on Selenium digestability and retention in exercised thoroughbreds
- Geologia Médica - Geotrack
- Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual
- Geomedicine
- Introdução a Geologia Médica - Wilson Scarpelli
 - Resumo da Palestra
 - Slides da Palestra
- Pesticides and the Immune System: Overview
- Pediatric Environmental Health Case Study
- Medical Geology
- Medical Management Guidelines (MMGs) for Acute Chemical Exposures
- O arsênio como herança
- Methods for collection, storage and toxicological analyses
- The Many Phases of Selenium - Selenium for horses
- The incidence and severity of sediment contamination in surface waters of the USA
- Trichloroethylene Toxicity
- Taking an Exposure History

Document: Done

Iniciar | Artigos e Trabalhos T... | Microsoft PowerPoint - [Sli... | 13:20

← voltar

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

**PROJETO NACIONAL DE PESQUISA EM
GEOQUÍMICA AMBIENTAL E GEOLOGIA MÉDICA
PGAGEM**

PROPOSIÇÃO DE PROJETOS PARA 2003

**PROJETO MAPEAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL DE BAIXA
DENSIDADE NOS ESTADOS DO PARÁ E DO AMAPÁ**

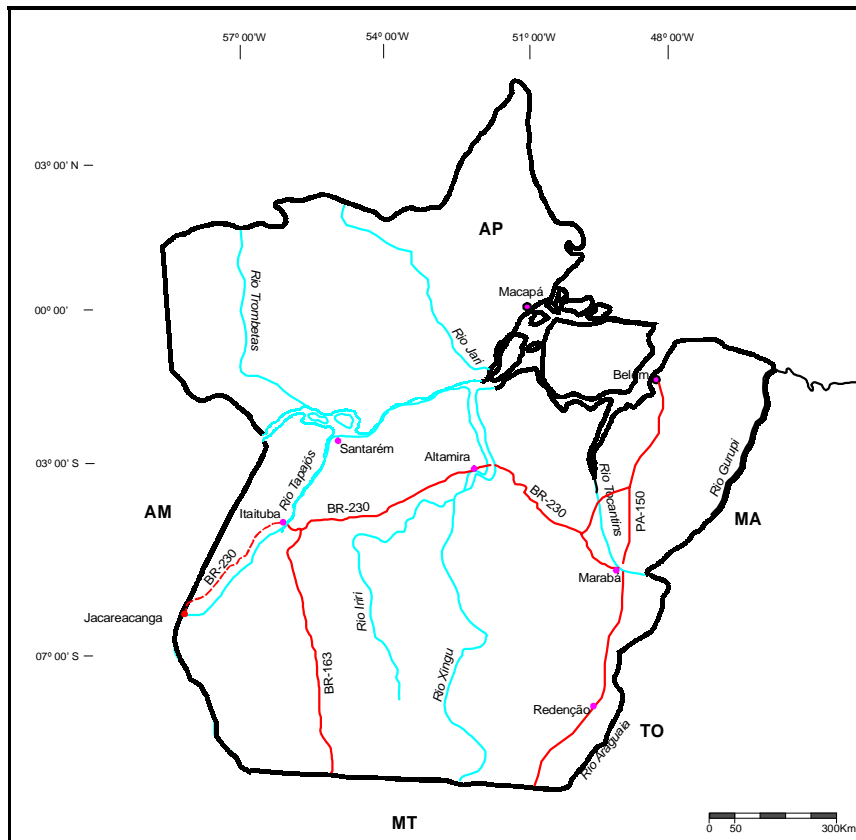
**PROJETO GEOQUÍMICA DE IMPACTO AMBIENTAL NA REGIÃO DA
GRANDE BELÉM**

**PROJETO GEOQUÍMICA DE IMPACTO AMBIENTAL NA REGIÃO DA
GRANDE MACAPÁ**

**ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DO GARIMPO DE
CACHOEIRA – NORDESTE DO PARÁ**

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL MACAPÁ-MAZAGÃO

PROJETO MAPEAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL DE BAIXA DENSIDADE NOS ESTADOS DO PARÁ E DO AMAPÁ



OBJETIVOS:

MAPEAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL DE BAIXA DENSIDADE E DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO AMBIENTAL DAS ÁREAS SENSÍVEIS AOS PROCESSOS DE POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL.

TRABALHOS DE CAMPO

COLETA DE SEDIMENTOS DE CORRENTE, ÁGUA E FLOODPLAIN SEDIMENTS, EM UMA DENSIDADE DE 1 AM./1.000 A 2.000KM² .

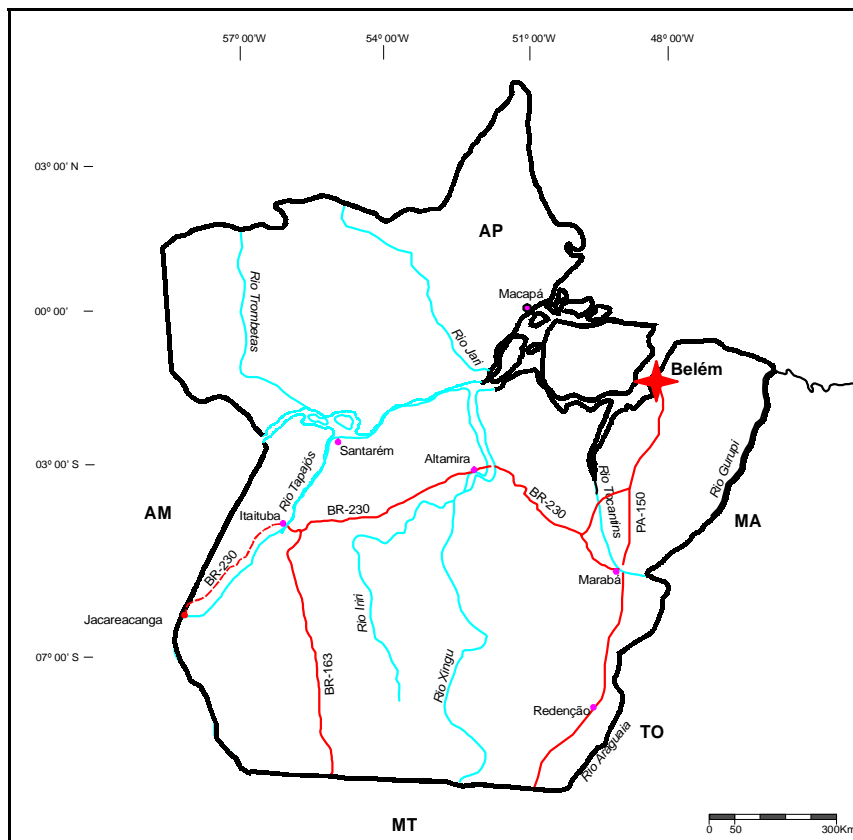
ANÁLISES

ICP-AES E FRX,

SC E FS: ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS

ÁGUAS: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS INORGÂNICOS

PROJETO GEOQUÍMICA DE IMPACTO AMBIENTAL NA REGIÃO DA GRANDE BELÉM



OBJETIVOS:

CONHECIMENTO DETALHADO DA DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS E DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO URBANO-AMBIENTAL

TRABALHOS DE CAMPO

COLETA DE SEDIMENTOS DE CORRENTE, ÁGUAS, SOLOS E FLOODPLAIN SEDIMENTS, EM UMA DENSIDADE DE 1 AM./2 - 5KM² .

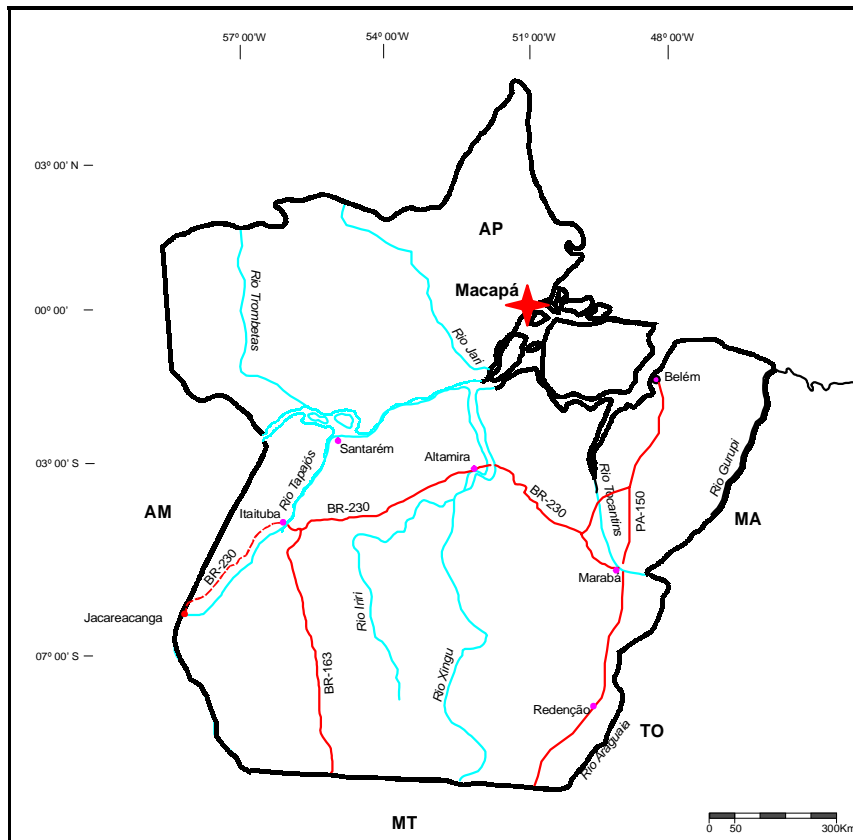
ANÁLISES

ICP-AES E FRX,

SC, SO E FS: ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS

ÁGUAS: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS INORGÂNICOS

PROJETO GEOQUÍMICA DE IMPACTO AMBIENTAL NA REGIÃO DA GRANDE MACAPÁ



OBJETIVOS:

CONHECIMENTO DETALHADO DA DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DOS
ELEMENTOS E DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO URBANO-AMBIENTAL

TRABALHOS DE CAMPO

COLETA DE SEDIMENTOS DE CORRENTE, SOLOS, ÁGUA E FLOODPLAIN
SEDIMENTS, EM UMA DENSIDADE DE 1 AM./2 -5KM² .

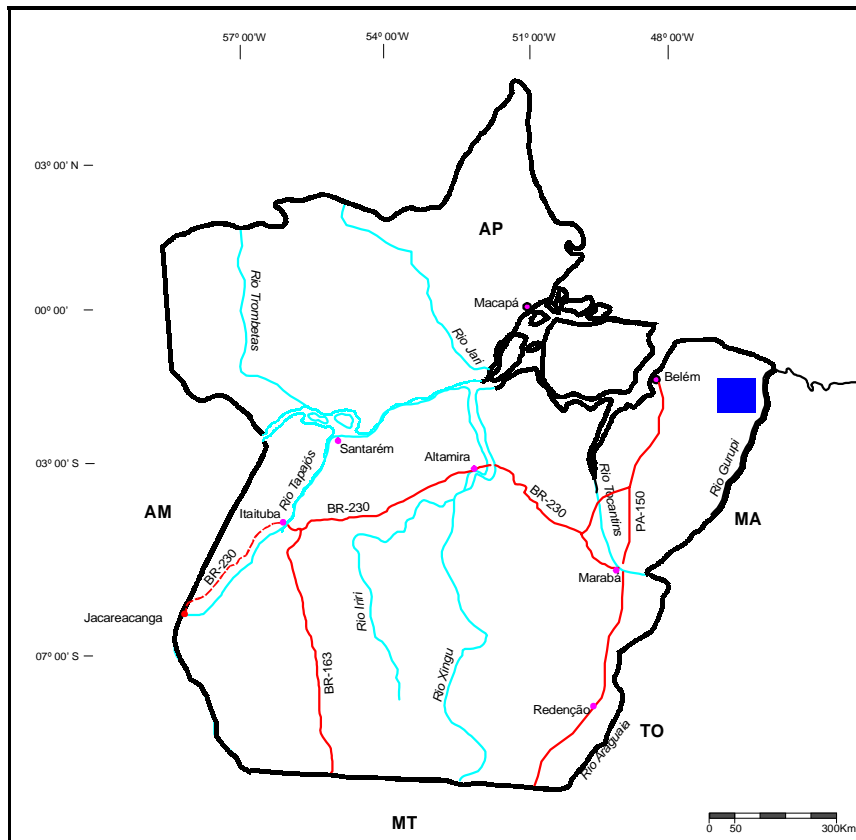
ANÁLISES

ICP-AES E FRX,

SC E FS: ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS

ÁGUAS: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS INORGÂNICOS

ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DO GARIMPO DE CACHOEIRA – NORDESTE DO PARÁ



OBJETIVOS:

FORNECER INFORMAÇÕES GEOLÓGICAS, HIDROGEOLÓGICAS E AMBIENTAIS PARA SUBSIDIAR PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS .

TRABALHOS DE CAMPO

MAPEAMENTO GEOLÓGICO, CADASTRO E AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS, ESTUDOS HIDROGEOQUÍMICOS E AMBIENTAIS

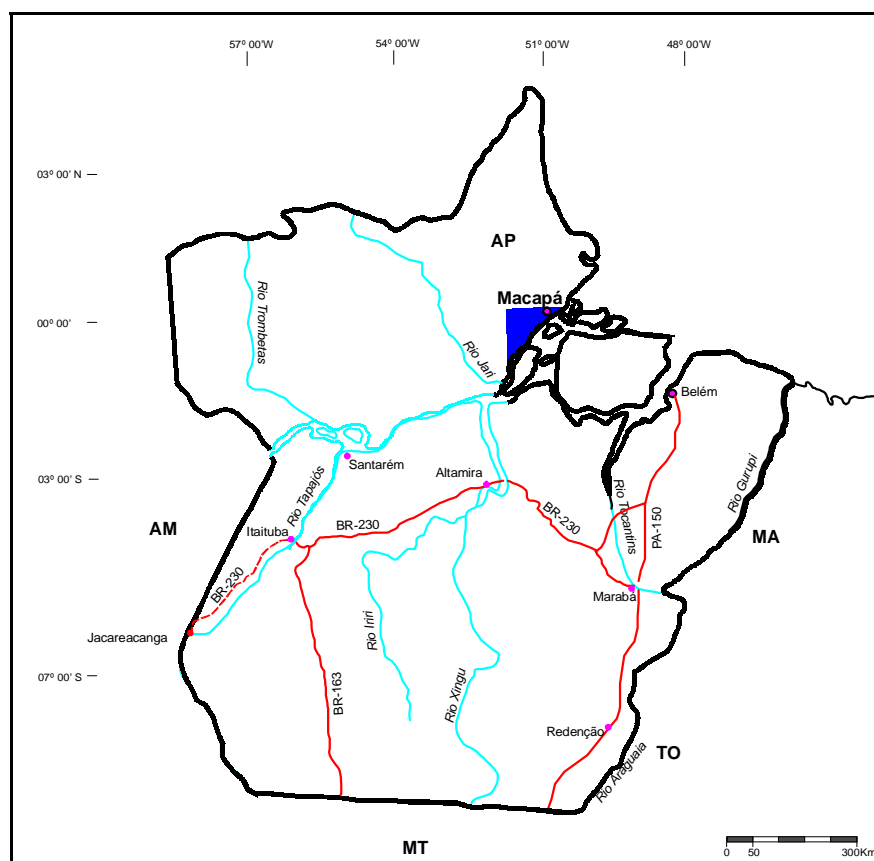
ANÁLISES

ICP-AES E FRX,

SC, SO E RX: ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS

ÁGUAS: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS INORGÂNICOS

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL MACAPÁ-MAZAGÃO



OBJETIVOS:

FORNECER INFORMAÇÕES GEOLÓGICAS, HIDROGEOLÓGICAS E AMBIENTAIS PARA SUBSIDIAR PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS .

TRABALHOS DE CAMPO

MAPEAMENTO GEOLÓGICO, ESTUDOS HIDROGEOQUÍMICOS, AMBIENTAIS E DE GESTÃO TERRITORIAL

ANÁLISES

ICP-AES E FRX,

SC, SO E RX: ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS

ÁGUAS: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSTOS INORGÂNICOS

PROJETOS COM PARTICIPAÇÃO EM HIDROGEOQUÍMICA

PROJETO ALÇA VIÁRIA BELÉM

PROJETO CALHA NORTE

PROJETO NORDESTE DO PARÁ

CONVÊNIOS PARA ESTUDOS AMBIENTAIS

INSTITUTO EVANDRO CHAGAS

EMBRAPA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI

**SECRETARIA ESTADUAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E MEIO AMBIENTE –SECTAM (GOVERNO DO PARÁ)**

**SECRETARIA ESTADUAL DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO
E MINERAÇÃO - SEICOM (GOVERNO DO PARÁ)**

**INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS MINERAIS
RENOVÁVEIS – IBAMA**

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM

PGAGEM

Programa Nacional de Geoquímica
Ambiental e Geologia Médica.

METODOLOGIAS

(sugestões para discussão)

METODOLOGIA DE CAMPO

- **SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE**
 - Densidade:
 - Área 1: 1 amostra/2.000 km²
 - Área 2: 1 amostra/100 km²
 - Área de drenagem:
 - Área 1: 1.000 - 3.000 km².
 - Área 2: 50 - 100 km²

METODOLOGIA DE CAMPO

(cont)

- **SOLO**
 - 3 amostras por município
- **ÁGUA**
 - 1 amostra por município
(abastecimento de água).

METODOLOGIA ANALÍTICA

- **SEDIMENTO DE CORRENTE / SOLO**
 - **ABERTURA**
 - EDTA 5% a frio
 - Água Régia
 - HCl a frio
 - Total
 - **ICP-AES**
 - **AAGH – As, Sb**
 - **AAGV – Hg.**

METODOLOGIA ANALÍTICA

- **ÁGUA**

- **ICP-AES**

- **AAGH - As, Sb**

- **AAGV - Hg**

- **CROMATOLOGRAFIA DE ÍONS (ânions).**

IMPLEMENTAÇÃO

- **ESTABELEECER ESTRUTURA GERENCIAL (ORGANOGRAMA)**
- **TAREFAS PRELIMINARES**
 - **Mapas de pontos de coleta**
 - **Alocação pessoal**
 - **Previsão de logística**
 - **Equipamentos (previsão)**
 - **Orçamentação.**

IMPLEMENTAÇÃO (cont.)

- Estabelecer e contactar parcerias
- Pessoal terceirizado (necessidades)
- Armazenamento de dados (provisório)
 - Litoteca
 - Base de Dados
- Correspondência para prefeituras.

TREINAMENTO

- **Coleta de água**
- **Uniformização**
- **Novos Técnicos**
- **Tratamento de dados**
 - **Arc_View**
 - **Outros.**

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

- POR ESTADO
- POR FOLHA
- ESCALAS
- BACIAS
- ISOVALORES
- MÉDIA – DESVIO PADRÃO
- MEDIANA – PERCANTIS.

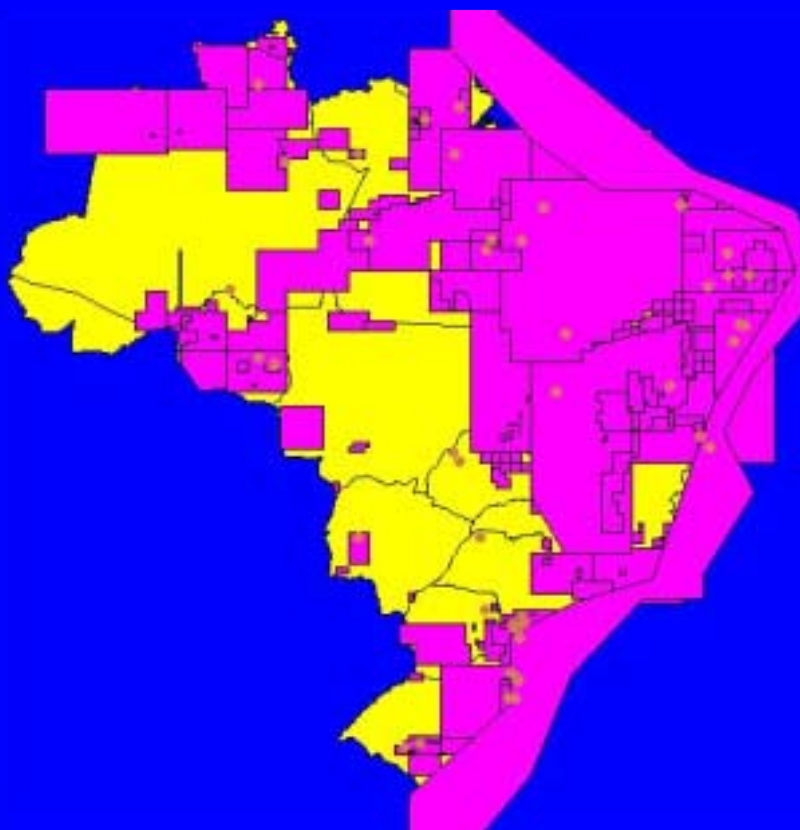
CPRM

Distribuição dos serviços por unidade operacional

Mapeamento Geoquímico Regional (simulação)

| REGIÃO | UNIDADES DA FEDERAÇÃO | UNIDADE OPERACIONAL CPRM | ÁREA TOTAL | DENSIDADE 1/2000 km ² (1000-3000 km ²) ÁREA I | DENSIDADE 1/100 km ² ÁREA II | Nº ESTAÇÕES ÁREA I | Nº ESTAÇÕES ÁREA II |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------|------------|---|--|--------------------|---------------------|
| NORTE | AM, PA, RR, RO, AC, AP, TO | PV, MA, BE | 3.800.000 | 1.900.000 | 1.900.000 | 950 | 19.000 |
| CENTRO OESTE | MT, MS, GO | GO, SP | 1.600.000 | 400.000 | 1.200.000 | 200 | 12.000 |
| NORDESTE | MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA | FO, RE, SA | 1.550.000 | | 1.550.000 | | 15.500 |
| SUDESTE | SP, RJ, MG, ES | SP, BH | 920.000 | | 920.000 | | 9.200 |
| SUL | RS, PR, SC | PA, SP | 580.000 | | 580.000 | | 5.800 |
| TOTAL | | | | | | 1.150 | 61.500 |

PROJETOS DA CPRM COM DADOS GEOQUÍMICOS (Disponíveis na Base de Dados SEAG_CPRM)



310 PROJETOS

363.104 AMOSTRAS

Sedimentos de corrente – 150.803

Solos – 106.810

Concentrados de bateia – 63.176

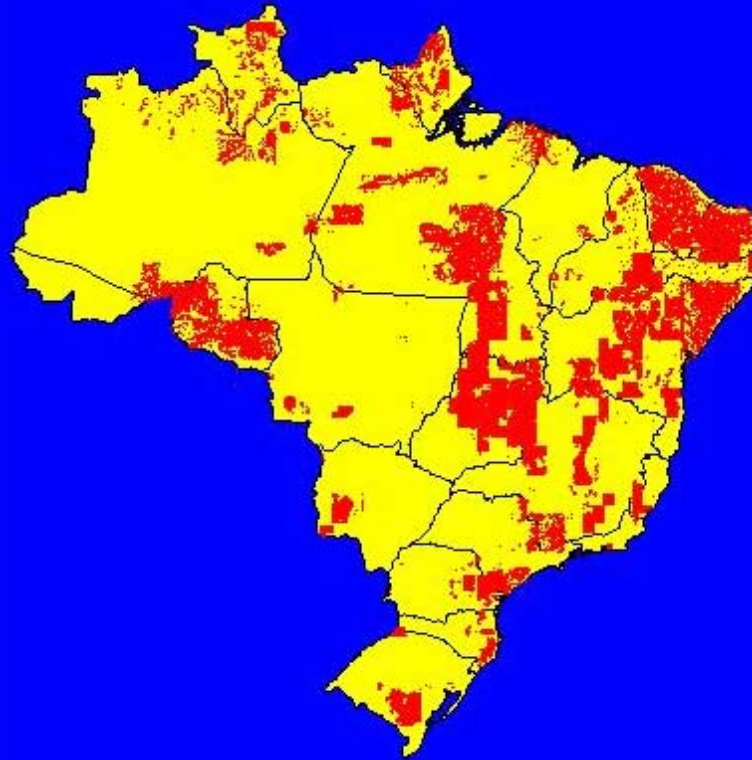
Rochas – 35.728

Água – 2.029

Minério – 1.243

Outras – 3.315

MAPEAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL CPRM - BRASIL



PROGRAMA NACIONAL
GEOQUÍMICA MULTIDISCIPLINAR

Exploração Geoquímica

Geoquímica Ambiental

Geologia Médica

PROPOSTA



SUB-PROGRAMAS

(Projetos – Ações)

- MAPEAMENTO GEOQUÍMICO NACIONAL DE BAIXA DENSIDADE
- DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO AMBIENTAL DE ÁREAS METROPOLITANAS E ZONAS ESTUARINAS
- DIAGNÓSTICO DE DISTRITOS MINEIROS

MAPEAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL DE BAIXA DENSIDADE

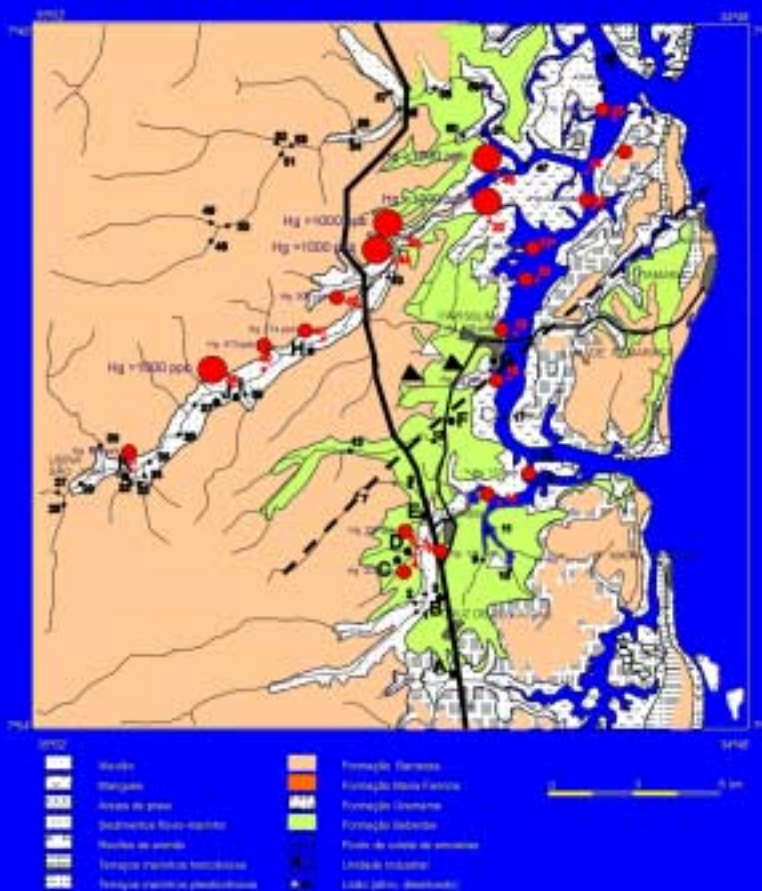
- Recobrimento de todo o território brasileiro passível de cobertura em baixa densidade:
 - Área I de acesso mais fácil: adensamento de 1 amostra/100 km² em drenagens com menos de 100 km² (2^a a 3^a ordem).
 - Área II de difícil acesso (ex. Amazônia): adensamento de 1 amostra/2.000 km² (1.000 a 3.000 km²) em drenagens de ordem mais elevada.
- Período de 5 anos para conclusão
- Coleta de cerca de 60.000 amostras de drenagens (sedimentos e água)
- Geração de mapas para uso multidisciplinar
- Base de dados referenciais

DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO AMBIENTAL DE ÁREAS METROPOLITANAS E ZONAS ESTUARINAS (avaliação, controle, monitoramento)

- Avaliação superficial de sedimentos contaminados
 - Áreas com atividade pesqueira artesanal e industrial
- Abastecimento d'água (doméstico e industrial)
 - Superficial
 - Subterrânea
- Zona de recarga de aquíferos
- Distritos Industriais e mineração urbana
- Lixões – Aterros sanitários
- Áreas de preservação institucional
- Canais artificiais (controle, monitoramento)

ÁREA METROPOLITANA NORTE DO RECIFE

ESBOÇO GEOLÓGICO DA ÁREA AO NORTE DO RECIFE
 AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA EM SEDIMENTOS DE FUNDO

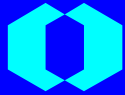


DISTRIBUIÇÃO DE MERCÚRIO EM DRENAGENS

PGAGEM - Relações Institucionais

PARCEIROS FEDERAIS





DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO AMBIENTAL DE DISTRITOS MINEIROS

- Delimitação da área afetada
 - Superfície
 - Sub-superfície
- Avaliação das áreas de servidão e acessos
- Identificação dos contaminantes
- Processo de recuperação



METODOLOGIA DE CAMPO

(material amostrado)

- **Mapeamento Regional**
 - Sedimento ativo de corrente, *overbank*, *floodplain sediment*, água e concentrado de bateia
 - Solo, água, rocha e minério (opcionais – localizados em janelas)
- **Áreas Metropolitanas**
 - Sedimento de fundo, água superficial e subterrânea e solo
 - Efluente industrial, rocha (opcionais)
- **Distrito Mineiro**
 - Sedimento de aluvião, água superficial e subterrânea, solo e minério
 - Rocha, concentrado de bateia (opcionais)

METODOLOGIA ANALÍTICA

- **Água:** multielementar por ICP-AES, parâmetros físico-químicos, alguns ânions (a serem especificados posteriormente)
- **Outros materiais:** multielementar por ICP-AES com abertura total e abertura parcial na mesma amostra (EDTA 5%, a frio).
- Outros tipos de análise poderão ser adotados: AA-GH e AA-vapor frio, análises de óxidos por FRX, análise mineralógica de grãos, etc.

CRONOGRAMAS

Mapeamento Geoquímico Regional

| MESES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ATIVIDADES | | | | | | | | | |
| PREPARAÇÃO | ■ | | | | | | | | |
| CAMPO | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| ANÁLISES | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| RELATÓRIO FINAL | | | | | | | ■ | ■ | ■ |

Área Metropolitana

| MESES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ATIVIDADES | | | | | | | | | |
| PREPARAÇÃO | ■ | | | | | | | | |
| CAMPO | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| ANÁLISES | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| RELATÓRIO FINAL | | | | | | | ■ | ■ | ■ |

Distrito Mineiro

| MESES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| ATIVIDADES | | | | | | |
| PREPARAÇÃO | ■ | | | | | |
| CAMPO | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| ANÁLISES | | | ■ | ■ | ■ | |
| RELATÓRIO FINAL | | | | | | ■ |

EQUIPES

- **Mapeamento Regional**
 - - 02 Geólogos por unidade operacional por 5 anos
 - - 02 Técnicos de nível médio nos períodos de campo
- **Áreas Metropolitanas**
 - - 01 Geólogo por unidade operacional
 - - 01 Técnico de nível médio nos períodos de campo
- **Distrito Mineiro**
 - - 01 Geólogo por unidade operacional
 - - 01 Técnico de nível médio nos períodos de campo

CPRM

Distribuição dos serviços por unidade operacional Mapeamento Geoquímico Regional (simulação)

| REGIÃO | UNIDADES DA FEDERAÇÃO | UNIDADE OPERACIONAL CPRM | ÁREA TOTAL | DENSIDADE 1/2000 km ² (1000-3000 km ²) ÁREA I | DENSIDADE 1/100 km ² ÁREA II | Nº ESTAÇÕES ÁREA I | Nº ESTAÇÕES ÁREA II |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------|------------|--|---|--------------------|---------------------|
| NORTE | AM, PA, RR, RO, AC, AP, TO | PV, MA, BE | 3.800.000 | 1.900.000 | 1.900.000 | 950 | 19.000 |
| CENTRO OESTE | MT, MS, GO | GO, SP | 1.600.000 | 400.000 | 1.200.000 | 200 | 12.000 |
| NORDESTE | MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA | FO, RE, SA | 1.550.000 | | 1.550.000 | | 15.500 |
| SUDESTE | SP, RJ, MG, ES | SP, BH | 920.000 | | 920.000 | | 9.200 |
| SUL | RS, PR, SC | PA, SP | 580.000 | | 580.000 | | 5.800 |
| TOTAL | | | | | | 1.150 | 61.500 |

ORÇAMENTO

(previsão anual)

MAPEAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL DE BAIXA DENSIDADE

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| SALÁRIOS PESSOAL | 1.716.156,00 |
| CUSTEIO PESSOAL | 367.040,00 |
| MATERIAL DE CONSUMO | 50.400,00 |
| SERVIÇOS DE TERCEIROS | 751.120,00 |
| ANÁLISES | |
| SEDIMENTOS (36 ELEMENTOS) | 580.320,00 |
| ÁGUA (32 ELEMENTOS) | |
| OUTROS | 11.060,00 |
| TOTAL | 2.895.776,00 |
| TOTAL SEM SALÁRIOS | 1.179.620,00 |

ORÇAMENTO

Diagnóstico Geoquímico Ambiental de Áreas Metropolitanas
(previsão preliminar por projeto)

| DISCRIMINAÇÃO | R\$ |
|----------------------------------|-------------------|
| SALÁRIOS PESSOAL | 75.641,28 |
| CUSTEIO PESSOAL | 13.764,00 |
| MATERIAL DE CONSUMO | 2.400,00 |
| SERVIÇOS DE TERCEIROS | 8.900,00 |
| ANÁLISES | |
| SEDIMENTOS (36 ELEMENTOS) | 6.327,50 |
| ÁGUA (32 ELEMENTOS) | |
| OUTROS | 565,00 |
| TOTAL | 107.597,78 |
| TOTAL SEM SALÁRIOS | 31.956,50 |

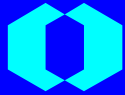
ORÇAMENTO

Diagnóstico Geoquímico Ambiental de Distritos Mineiros
(previsão preliminar por projeto)

| DISCRIMINAÇÃO | R\$ |
|---------------------------|------------------|
| SALÁRIOS PESSOAL | 51.579,84 |
| CUSTEIO PESSOAL | 11.011,20 |
| MATERIAL DE CONSUMO | 1.800,00 |
| SERVIÇOS DE TERCEIROS | 7.000,00 |
| ANÁLISES | |
| SOLOS (36 ELEMENTOS) | 24.115,00 |
| ÁGUA (32 ELEMENTOS) | |
| OUTROS | 440,00 |
| TOTAL | 95.946,04 |
| TOTAL SEM SALÁRIOS | 44.366,20 |

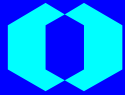
SERVIÇOS COMPLEMENTARES

- Delimitação de áreas prospectivas
- Biodisponibilidade – Avaliação em áreas críticas
- Fontes de contaminação
 - Identificação
 - Qualificação e quantificação
- Caracterização geoquímica
 - Lixões
 - Área de recarga de aquíferos



SERVIÇOS EM PARCERIA

- Geoquímica urbana – áreas críticas
 - Hidrogeologia
 - Urbanismo
- Geologia médica – Planejamento e parcerias
- Gerenciamento costeiro
 - Lei federal 7661/98 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC)
 - 25.000 km² manguezais (15 % do mundo)
 - Amapá até Santa Catarina

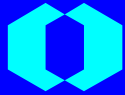


DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS (PARCERIAS)

- Mapeamentos Regionais e de detalhe
 - CPRM
 - Empresas estaduais
 - Universidades
 - Entidades de Meio Ambiente
- Análises
 - Rotina
 - Laboratórios comerciais
 - LAMIN
 - Pesquisa e Controle de Qualidade
 - Universidades
 - LAMIN

RESULTADOS

- DADOS ANALÍTICOS E CARTOGRAFIA DIGITAL
 - GEOBANK
 - BASE DE DADOS EM CD-ROM
 - BASES DE DADOS ESTADUAIS OU ACADÊMICAS
- RELATÓRIOS
 - Digitais e publicados de forma simplificada para divulgação ampla inclusive disponibilizados na INTERNET.
- UTILIZAÇÃO DOS DADOS PARCIAIS E FINAIS
 - Disponíveis para pesquisadores
 - Trabalhos acadêmicos de pós-graduação
 - Prioridade para publicação em revistas e periódicos internacionais
- PARCERIAS INTERNACIONAIS PARA COMPLEMENTAÇÃO
- RECOMENDAÇÕES COM PLANEJAMENTO



PRINCIPAIS TAREFAS (ÁREA DE GEOQUÍMICA)

- GERENCIAIS
 - NOVAS PARCERIAS
 - CAPTAÇÃO DE RECURSOS EXTERNOS
 - TREINAMENTO EM NOVAS ÁREAS DE TRABALHO
- TÉCNICAS
 - PADRONIZAÇÃO METODOLÓGICA
 - EXPLORAÇÃO GEOQUÍMICA
 - GEOQUÍMICA AMBIENTAL
 - NOVAS TECNOLOGIAS EM MEIO AMBIENTE – AVALIAÇÃO
 - GEODISPONIBILIDADE
 - GEOLOGIA MÉDICA - BIODISPONIBILIDADE/TOXICIDADE
 - GERENCIAMENTO COSTEIRO

DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO-AMBIENTAL DA GRANDE RECIFE

Carlos Alberto Cavalcanti Lins
Frederico Campêlo de Souza
Ana Cláudia Aguiar Accioly

ÁREA METROPOLITANA DA GRANDE RECIFE

- **ÁREA:** 2.742 km²
- **MUNICÍPIOS:** 14
- **POPULAÇÃO:** 3.350.654 hab.



DIAGNÓSTICO GEOQUÍMICO AMBIENTAL (preliminar)

- Geoquímica dos sedimentos
- Nível de toxicidade
- Estrutura da biota
- Química da biota
- Patologia

LIMIARES

SQGs – sediment quality guidelines (questões consideradas)

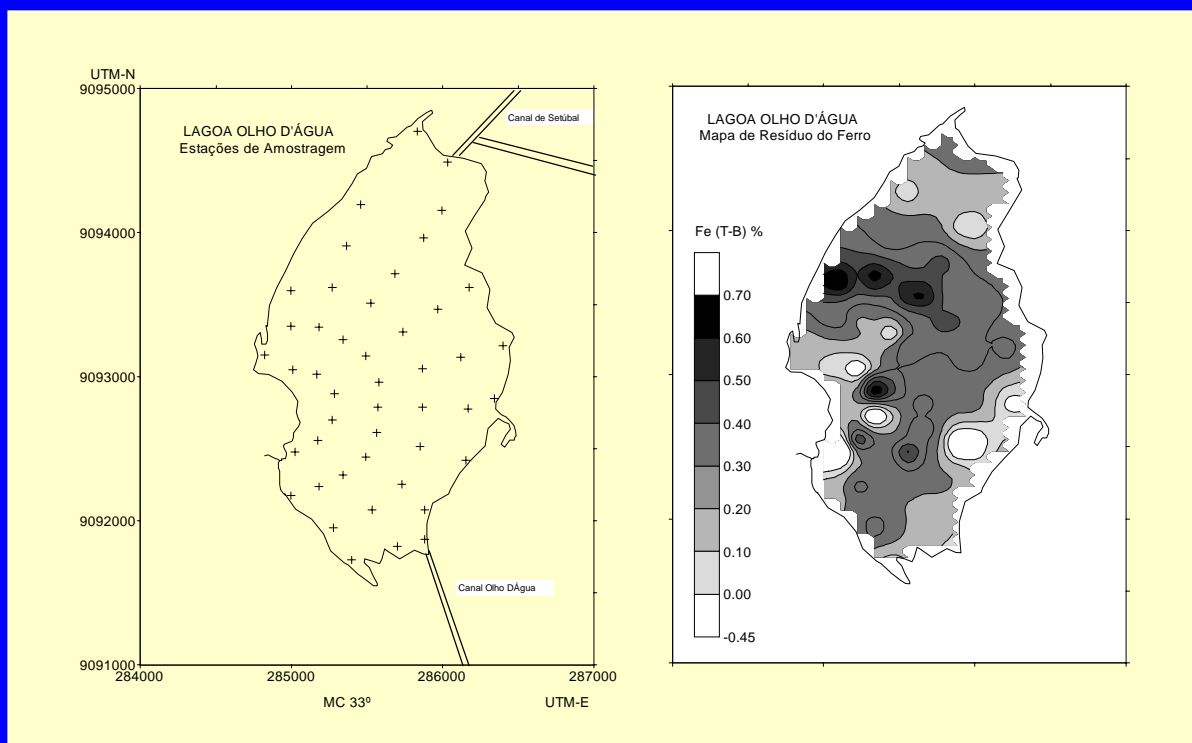
- Digestão que reflita melhor biodisponibilidade
- Reações da biota diferentes para diferentes elementos
- Relação toxicidade animal/humana
- Relação concentração/sazonalidade
- Variações de litologia, clima, relevo, vegetação, pluviometria e relação com mobilidade e distribuição dos elementos

TRABALHOS ANTERIORES

- LAGOA OLHO D'ÁGUA (Lins & Assis, 1997)
- NORTE DO RECIFE (Lins & Wanderley, 1999)
- REGIÃO DO PORTO DE SUAPE

LAGOA OLHO D'ÁGUA

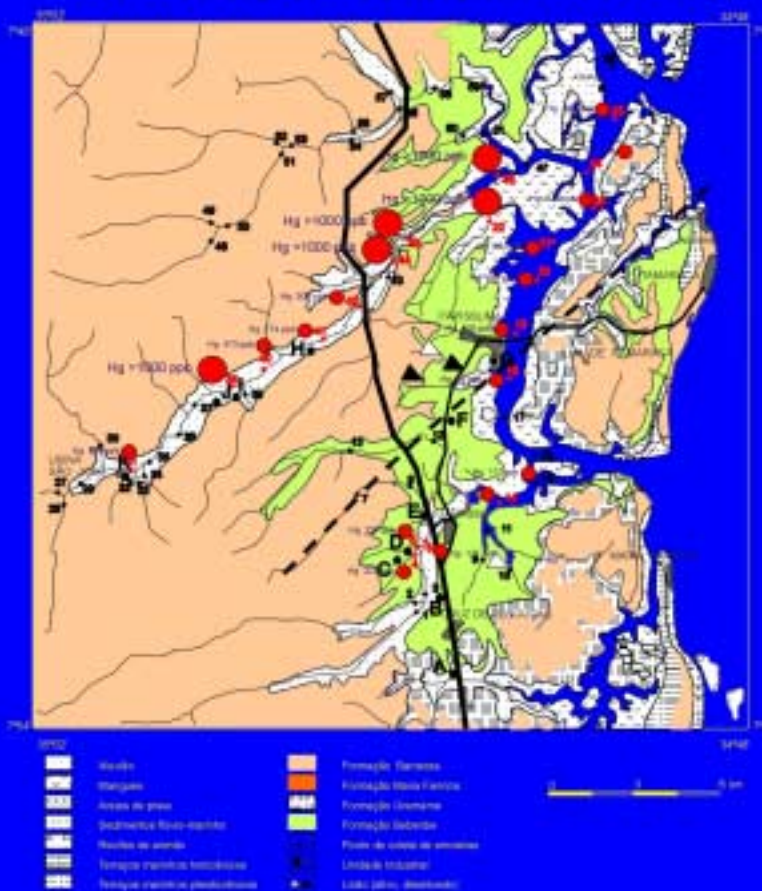
Jaboatão dos Guararapes – sul do Recife



ÁREA – 3,7 KM² ANÁLISES: 36 ELEMENTOS

ÁREA METROPOLITANA NORTE DO RECIFE

ESBOÇO GEOLÓGICO DA ÁREA AO NORTE DO RECIFE
 AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA EM SEDIMENTOS DE FUNDO



DISTRIBUIÇÃO DE MERCÚRIO EM DRENAGENS

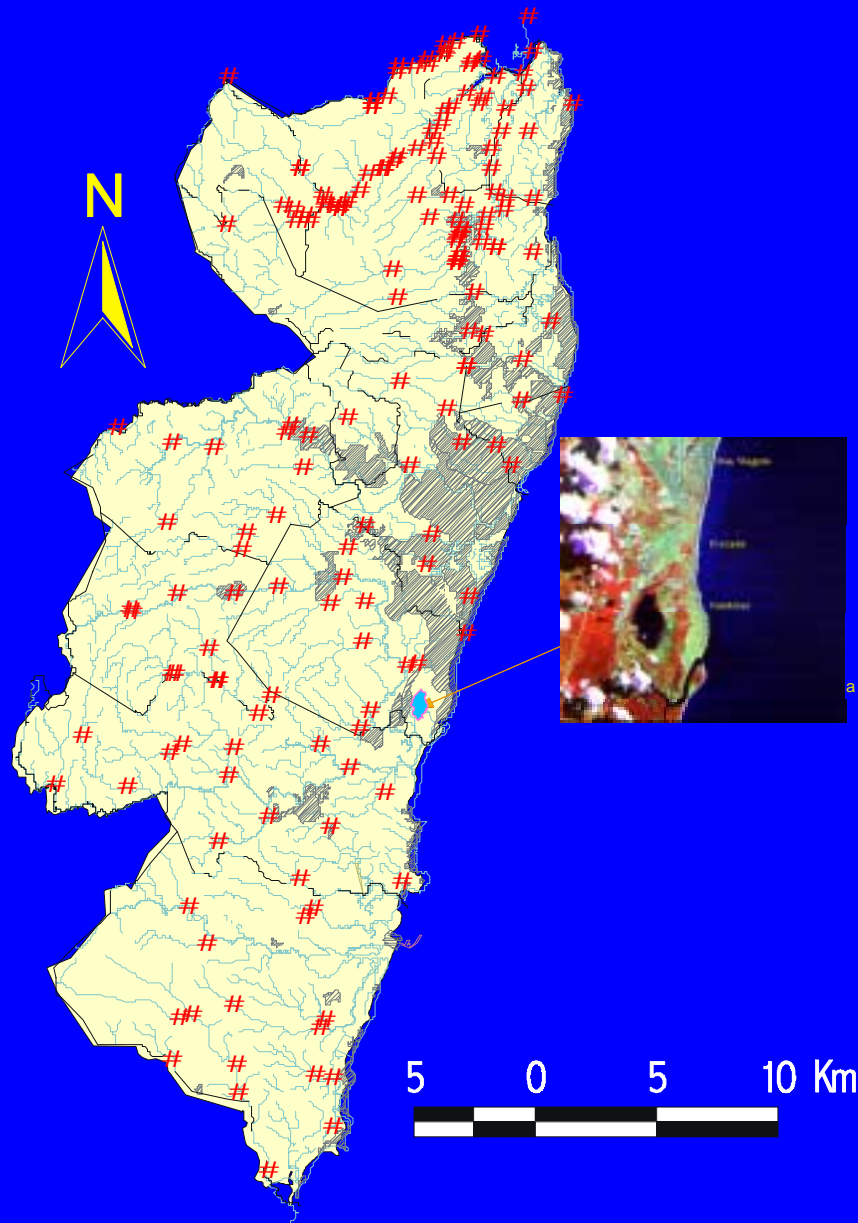
METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM (trabalhos anteriores)

- Lagoa Olho D'Água
 - Sedimento de fundo em 2 horizontes (atual e histórico)
 - 36 elementos - abertura EDTA 5% - frio
- Norte do Recife
 - Sedimentos de fundo
 - 36 elementos - abertura EDTA 5% - frio

METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM (Projeto SIGA_Recife)

- 114 amostras de sedimento de fundo
- ICP-AES – AA (Ag, Fe) – EA (Na, K)
- Abertura: água régia
- 30 elementos
 - Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Cr, Co, Mo, Ni, Sn, V, W
 - Al, Ca, Fe, K, Na, Mg, Mn, P, Ti
 - As, B, Ba, Be, La, Li, Sc, Sr, Y

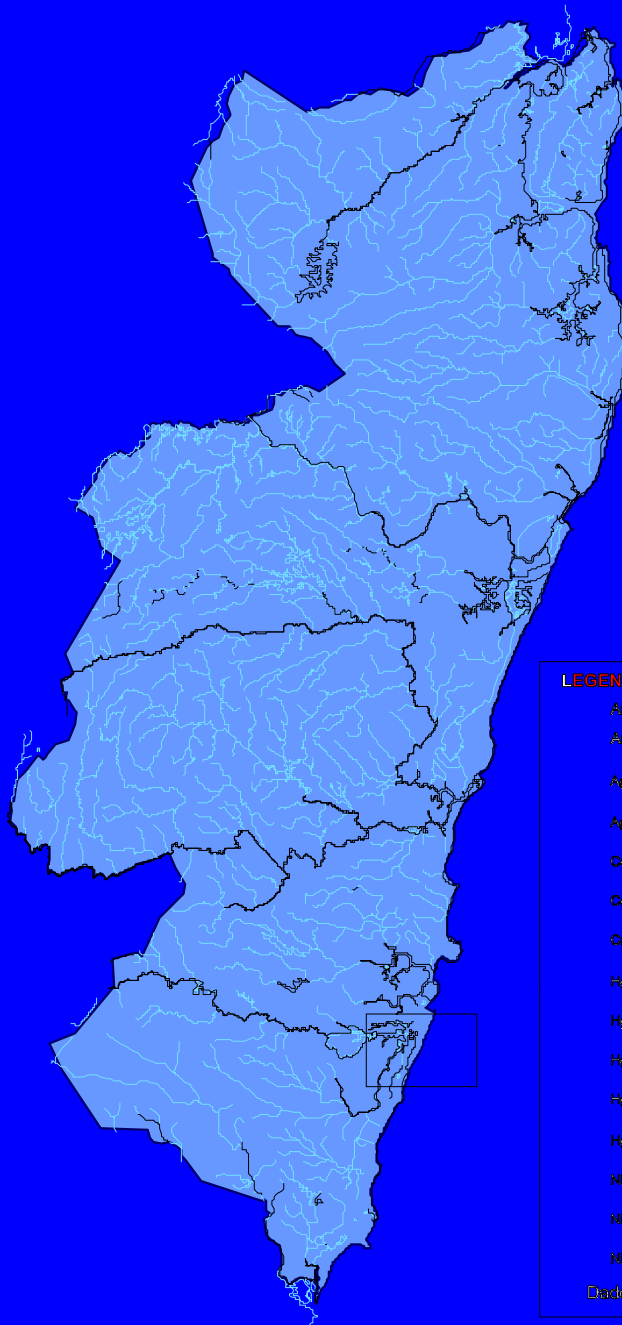
ÁREA
METROPOLITANA
DA GRANDE
RECIFE



QUALIFICAÇÃO DE SEDIMENTOS PARÂMETROS

| ELEMENTOS | (1) CBP | (2) SQUIRT | (3) EPA (AET_L - AET_H) | (4) EPA (ERL - ERM) | (5) EPA (TEL - PEL) | (6) EPA NHQ | (7) FDA G/A/TL |
|-----------|--|---------------|----------------------------|------------------------|------------------------|----------------|-------------------|
| | (1) CBP - Consensus based PEC (probable effect concentration), INGERSOLL et al., 2000 | | | | | | |
| | (2) SQUIRTs - Screening quick reference tables, NOAA, 1999 | | | | | | |
| | (3) (AET_L - AET_H) - Apparent effects treshhold-low - Apparent effects treshhold-high - sedimentos estuarinos Barrick et al., 1988 (cit. USEPA, 1997) | | | | | | |
| | (4) (ERL - ERM) - Effects range-low - Effects range-median - sedimentos marinhos e estuarinos Long et al., 1995 (citado em USEPA, 1997) | | | | | | |
| | (5) (TEL - PEL) - Treshhold effects level - Probable effects level - sedimentos marinhos e estuarinos FDEP, 1994 (citado em USEPA, 1997) | | | | | | |
| | (6) NHQ - Noncancer hazard quotient = 1, em peixes USEPA, 1997 | | | | | | |
| | (7) FDA (G/A/TL) - Food and Drug Administration - Guidance/Action/Tolerance level USFDA, 1993 (citado em USEPA, 1997) | | | | | | |

RESULTADOS OBTIDOS ANOMALIAS



LEGENDA

Amostragem do projeto

Amostragem (Lina & Wanderley, 1999)

Ag (10,2)

Ag (7,8)

Cd (14,73)

Cd (7,718)

Cr (120,62); Cu (664,6)

Hg (594)

Hg (760); Pb (199)

Hg (774)

Hg (776)

Hg (>1000)

Ni (222)

Ni (67,5); Pb (196,12)

Ni (75)

Dados em ppm, exceto Hg (ppb)

BIBLIOGRAFIA

ATSDR. **Tox FAQs Mercury September 1995**. Atlanta: Agency for toxic substances and disease registry. Division of toxicology, 1999. (pink6.htm) Disponível em: <<http://www.powerup.com.au/~nmanser/pink6.htm>> Acesso em: 26 mar. 1999.

INGERSOLL, C. G.; MacDONALD, D. D.; WANG, N.; CRANE, J. L.; FIELD, L. J.; HAVERLAND, P. S.; KEMBLE, N. E.; LINDSKOOG, REBEKKA A.; SEVERN, C.; SMORONG, D. **Prediction of sediment toxicity using consensus-based freshwater sediment quality guidelines**. Washington: United States Geological Survey, 2000. 25p. (EPA 905/R-00/007) Disponível em: < <http://www.cerc.usgs.gov/pubs/center/pdfdocs/91126.pdf> > Acesso em: 12 fev. 2003.

LINS, C. A. C.; ASSIS, H. M. B. de Caracterização geoquímica da Lagoa Olho D' Água, Região Metropolitana do Recife. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 6, 1997, Salvador. **Anais**. Salvador: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1997. 2v. v.1 p.61 - 64

LINS, C. A. C.; WANDERLEY, A. A. Distribuição de mercúrio em drenagens ao Norte do Recife, estado de Pernambuco. In: CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LINGUA PORTUGUESA, 5, 1999, Porto Seguro/CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 7, 1999, Porto Seguro. **Anais**. Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1999. 664p. p.119 - 121.

NOAA SQUIRTs. **Screening quick reference tables**. Washington, 1999. 12p. Disponível em < <http://response.restoration.noaa.gov/cprt/sediment/squirt.pdf> > Acesso em 12 fev. 2003.

USEPA. **The incidence and severity of sediment contamination in surface waters of the United States – Volume 1 – National sediment quality survey**. Washington: United States Environmental Protection Agency, 1997. (EPA.823-R-97-006) Disponível em: <<http://www.epa.gov/waterscience/cs/congress.htm>> Acesso em: 12 fev. 2003.

WANDERLEY, A. A.; LINS, C. A. C. Caracterização geoquímica preliminar da área ao Norte do Recife, estado de Pernambuco. In: CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LINGUA PORTUGUESA, 5, 1999, Porto Seguro/CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 7, 1999, Porto Seguro. **Anais**. Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1999. 664p. p.202 - 204.

PROJETO ZONEAMENTO ECONÔMICO ECOLÓGICO NO ESTADO DE RORAIMA



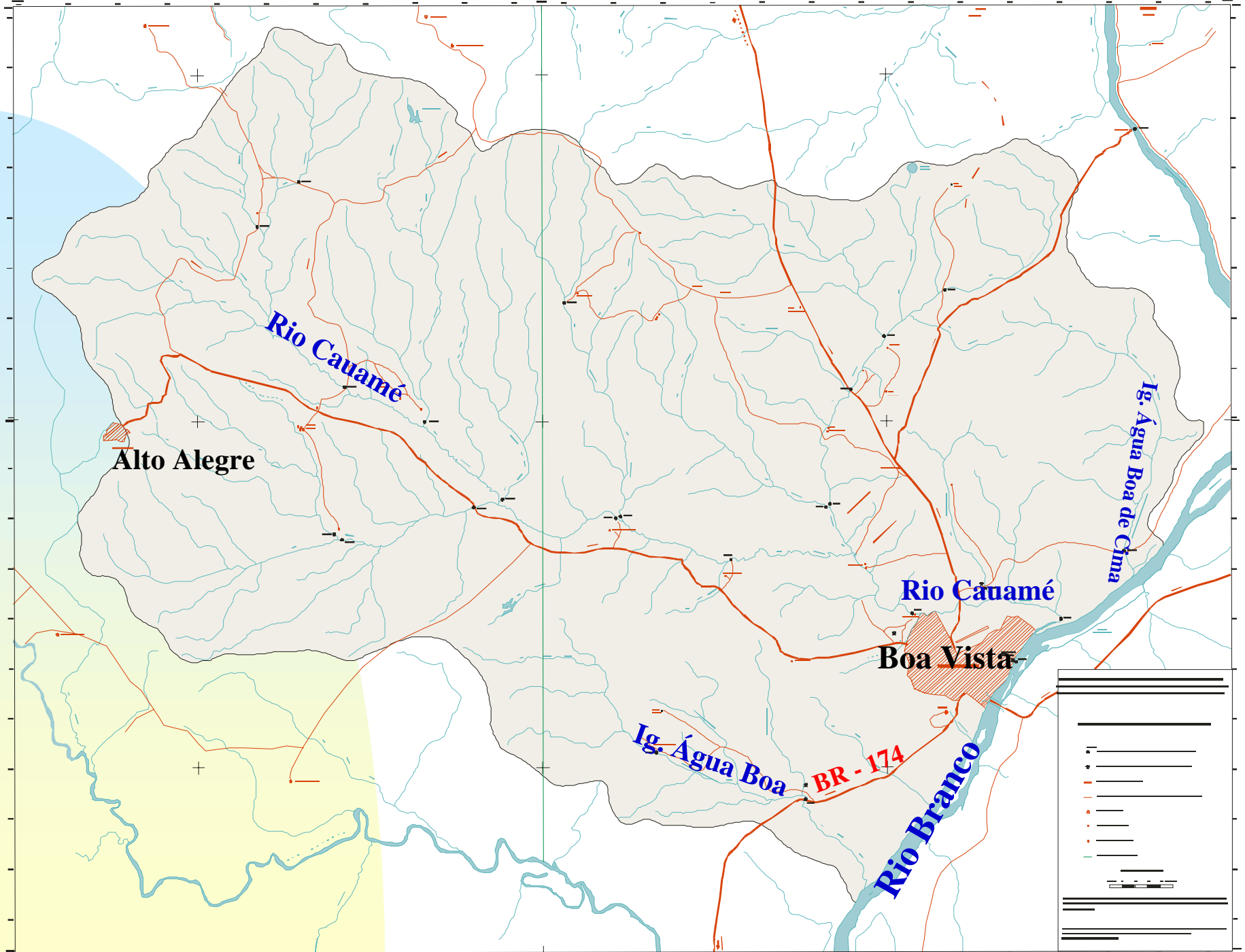
ERIC SANTOS ARAUJO



APRESENTAÇÃO
E
LOCALIZAÇÃO

ÁREA-OBJETO: Bacias do rio Cauamé e igarapés Água Boa e Água Boa de Cima (aproximadamente 4.000 km²).

- A maior parte dessa área é constituída por terrenos que mostram uma considerável fragilidade aos processos erosivos.
- Abriga o maior núcleo populacional do Estado de Roraima e contém diversos balneários naturais. Além disso, a captação da água fornecida aos moradores da capital é feita no rio Branco cerca de 4 km a jusante da foz do rio Cauamé, e qualquer contaminação química nas águas desse rio, não monitorada, comprometerá a saúde da população.
- *Exercício* de monitoramento hidrogeoquímico, desenvolvido a partir da coleta e análises químicas multi-elementares de amostras de água e sedimentos de fundo nas principais drenagens, acompanhadas de medições dos parâmetros físico-químicos das águas correntes: ph, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade e temperatura.





MATERIAIS

E

MÉTODOS

TRABALHOS DE CAMPO

Foram divididos em duas etapas:

- A primeira, no período de cheia dos rios da região (julho/2001), após a locação dos pontos de amostragem em um mapa com escala 1:100.000, constou da coleta de amostras de água corrente e de sedimentos de fundo de canal nas drenagens.
- Na segunda etapa, efetuada no período de águas baixas ou vazante (janeiro/2002), foram coletadas amostras nos mesmos locais da primeira fase, com vistas ao estudo da distribuição sazonal dos elementos químicos na água e nos sedimentos.
- Nas duas campanhas também foram executadas, em cada ponto de amostragem, medições instantâneas dos parâmetros físico-químicos das águas superficiais: pH, OD, condutividade e temperatura. A turbidez foi medida somente na vazante.


LABORATÓRIO

- **As amostras de água coletadas nas duas campanhas foram analisadas no LAMIN (laboratório da CPRM), tendo sido dosados 26 cátions (Al, Ca, As, Cu, Mg, Sn, Si, W, Ba, B, Co, Fe, Ni, Be, Cd, Li, Sr, Zn, Mn, Mo, Pb, Sc, Cr, Se, V e Ti) e 7 ânions (fluoreto, nitrito, nitrato, sulfato, fosfato, brometo e cloreto).**

- **As amostras de sedimentos de corrente coletadas na primeira fase foram analisadas no LAMIN, sendo determinadas as concentrações de 11 óxidos maiores e 29 elementos-traços. Na segunda fase foram analisados, no Laboratório Bondar Clegg (Canadá), 35 elementos químicos (Fe, Al, Mg, Ca, Na, K, Ti, Ag, Cd, Cu, Zn, Mo, Ni, Co, Mn, Ba, Cr, V, La, Sr, Y, Li, Nb, Zr, Pb, Ga, Bi, As, Sb, Sc, Te, Ta, Sn e W).**

TRATAMENTO DOS DADOS

- Realizado através do *software OASIS 4.3*, desenvolvido pela empresa canadense GEOSOFT.
- **PRIMEIRA DETERMINAÇÃO:** obtenção das matrizes de correlação dos elementos analisados, a partir das quais são definidas as associações geoquímicas (afinidade no comportamento químico entre elementos).
- **SEGUNDA DETERMINAÇÃO:** cálculo dos parâmetros estatísticos (média aritmética – X , desvio padrão – S , e anomalias) para cada elemento químico.
Anomalias de primeira ordem: $> X+3S$
Anomalias de segunda ordem: entre $X+3S$ e $X+2S$
Anomalias de terceira ordem: entre $X+2S$ e $X+S$
- São as associações geoquímicas e os parâmetros estatísticos que servem de base para a confecção dos mapas de distribuição regional dos elementos selecionados (alguns apresentados logo a seguir).



**INTERPRETAÇÃO E
DISCUSSÃO DOS
RESULTADOS OBTIDOS**

PASSO INICIAL: elaboração de mapas de distribuição regional (isoteores) de cada um dos elementos selecionados (associações geoquímicas), para sedimentos e água. Esses mapas possibilitam a visualização espacial das anomalias e, com auxílio de dados de campo, elaboração de hipóteses sobre suas possíveis causas (naturais ou antrópicas).

➤ Os resultados obtidos podem ser abordados sob dois aspectos:

1. Puramente geológico, com a interpretação das anomalias à luz da composição do substrato rochoso da região e seus produtos de alteração.
2. De caráter ambiental, destacando-se o comportamento dos principais cátions e ânions que podem causar distúrbios aos seres vivos.

Além disso, pode-se discutir a distribuição sazonal dos elementos químicos e, no caso da água, as correlações dos íons dissolvidos com os parâmetros físico-químicos medidos.

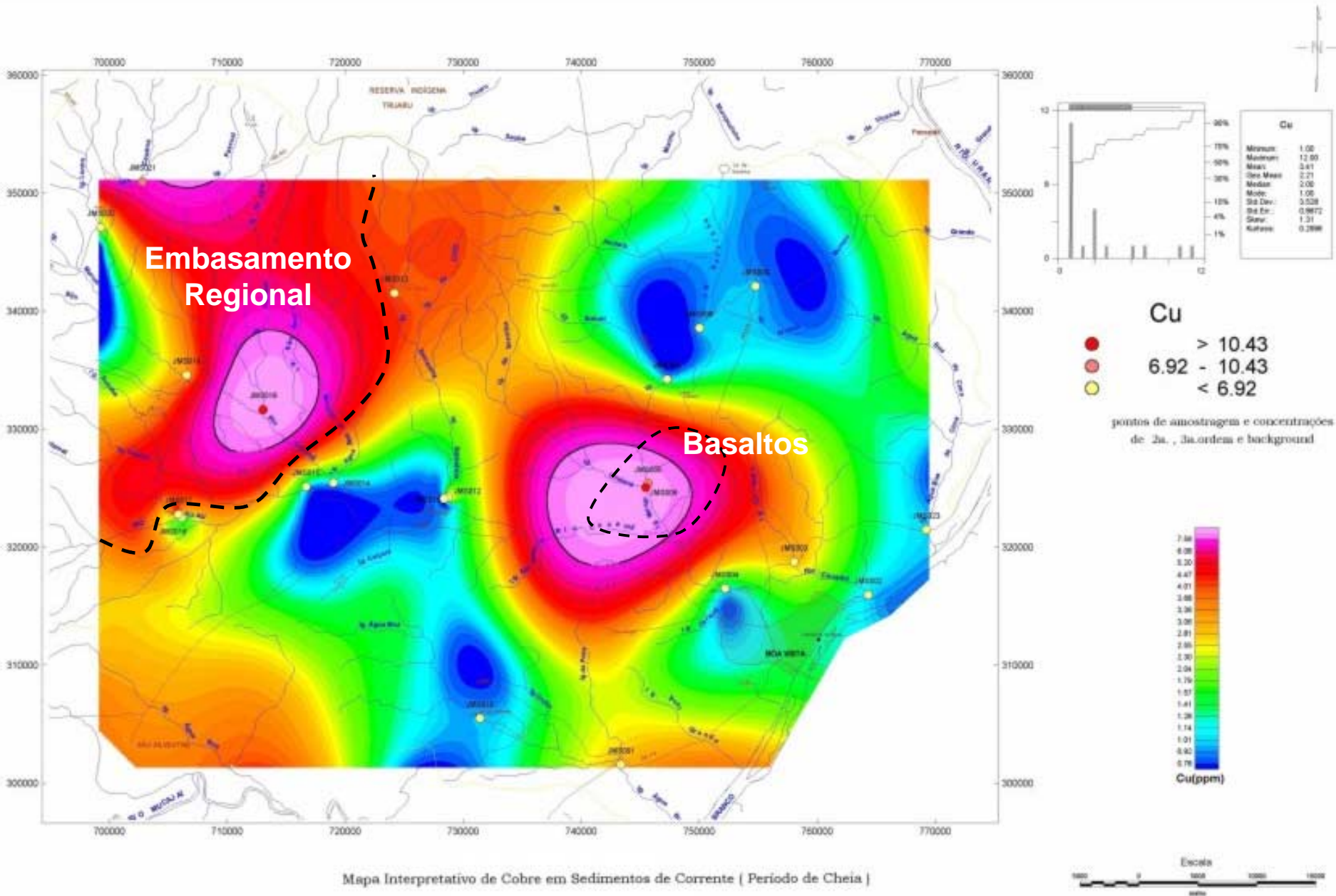


ASPECTOS GEOLÓGICOS

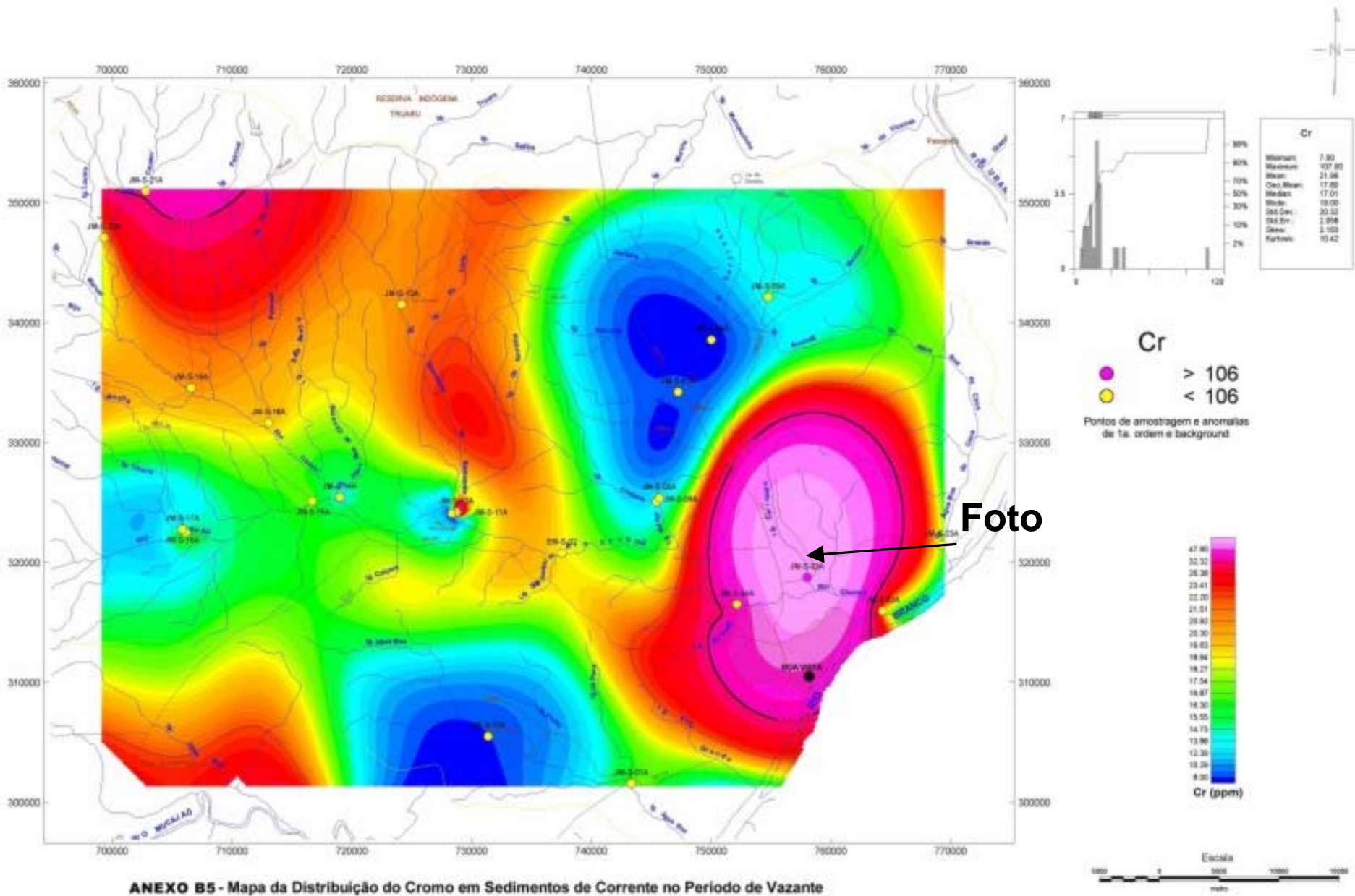
➤ **Ferramenta auxiliar no mapeamento geológico: delimitação aproximada do contato entre as diferentes unidades geológicas; estimativa da composição química dos terrenos drenados pelos rios amostrados.**

➤ **Prospecção geoquímica: indicativos da existência de ocorrências minerais econômicas numa região (potencial econômico), que podem se materializar por meio do detalhamento das anomalias encontradas.**

DISTRIBUIÇÃO DO COBRE EM SEDIMENTOS (CHEIA)



DISTRIBUIÇÃO DO CROMO EM SEDIMENTOS (VAZANTE)



ANEXO B5 - Mapa da Distribuição do Cromo em Sedimentos de Corrente no Período de Vazante

Cascalho laterítico (piçarra) às margens do igarapé Carrapato





ASPECTOS AMBIENTAIS

ELEMENTOS QUÍMICOS ESSENCIAIS À SAÚDE DOS SERES HUMANOS, MAS CONSIDERADOS TÓXICOS QUANDO PRESENTES EM ALTAS CONCENTRAÇÕES NO AMBIENTE:

Cu: Excesso causa corrosão das mucosas, problemas hepáticos e renais e irritação no sistema nervoso central.

Zn: Excesso provoca problemas circulatórios e distúrbios mentais.

Cr: Cancerígeno (forma hexavalente) - altas concentrações podem causar leucemia, câncer do pulmão e narinas.

Al: Excesso no organismo humano pode provocar paralisia dos membros inferiores e laringite crônica. Debate nos círculos médicos sobre o excesso de Al como uma das causas do Mal de Alzheimer.

F: acima de 1,5 mg/L causa manchas nos dentes e deformações nos ossos. Doses excessivas (> 4g) conduzem à morte.

Se: é cancerígeno em teores acima de 0,01 mg/L (exposição crônica).

ELEMENTOS NÃO ESSENCIAIS AO METABOLISMO DOS SERES HUMANOS E CONSIDERADOS MUITO TÓXICOS QUANDO PRESENTES, MESMO EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES, NO AMBIENTE, PORQUE SÃO CUMULATIVOS NO ORGANISMO:

- Cádmio
- Arsênio
- Chumbo
- Bário (?)
- Mercúrio

ÂNIONS:

- Teores altos de nitrato e cloreto são bons indicativos de poluição de origem antrópica (lixões, aterros sanitários, esgotos, fossas sépticas etc).
- O sulfato, em altos teores na água, é prejudicial à saúde humana, principalmente de crianças.

DRENAGENS AMOSTRADAS NESTE ESTUDO

- **Pb, Ba, Al e Zn:** detectados tanto nas amostras de água como nas de sedimentos de corrente.
- **Cd, Cr e Cu:** detectados somente nas amostras de sedimentos de corrente.
- **Fluoreto, Cloreto e Sulfato:** amostras de água.
- **As, Se e Nitrato** não foram detectados ou apresentaram teores baixíssimos em todas as amostras coletadas.

✓ Para avaliação das concentrações dos elementos químicos nas águas amostradas tomam-se como referência os valores máximos permitidos (VMP) definidos pela Portaria 1.469 da FUNASA (2001), que apresenta padrões de potabilidade.

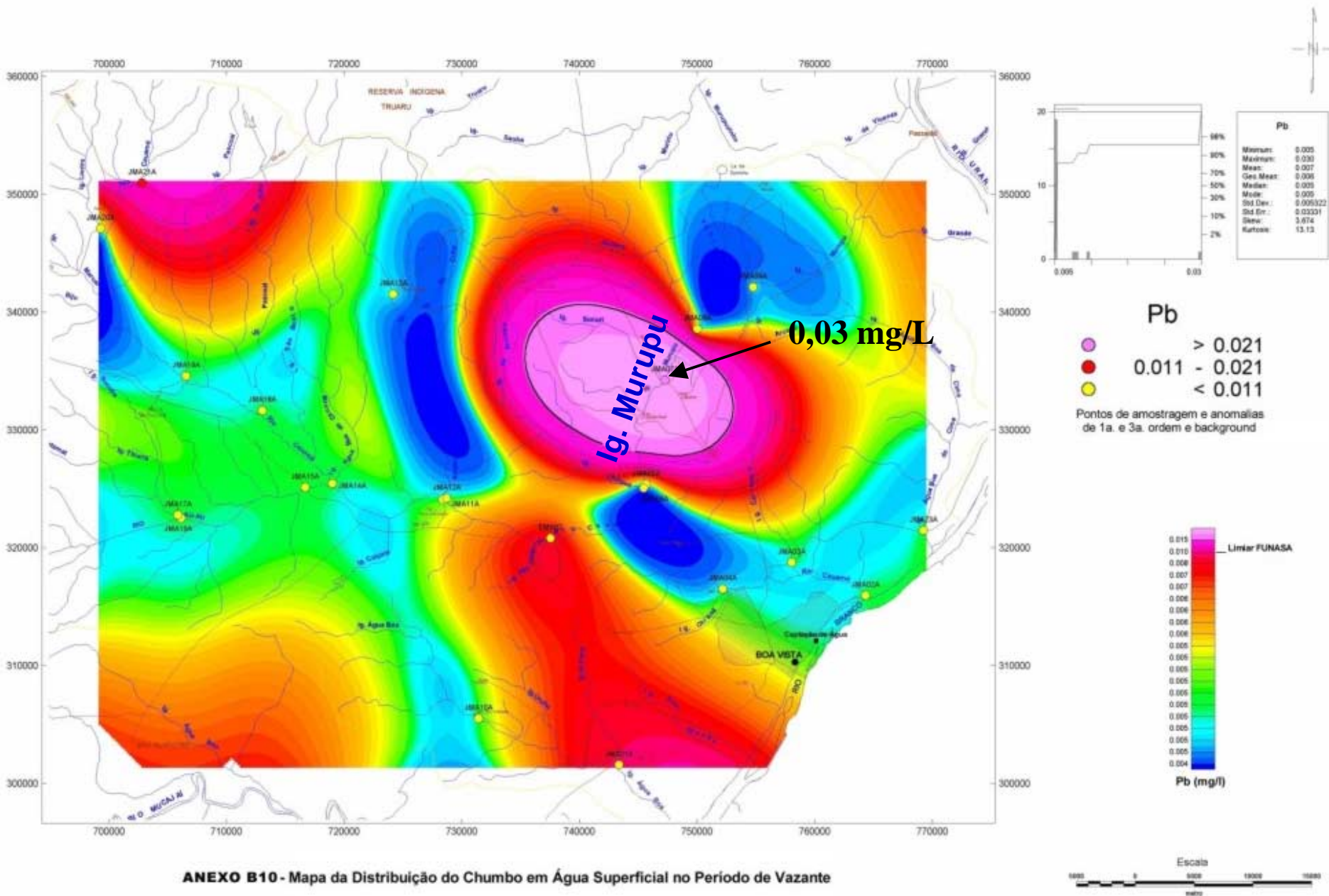
✓ Para as concentrações dos elementos nos sedimentos amostrados foram utilizados como referência os padrões máximos estabelecidos por Prater & Anderson (1977) para chumbo, zinco e cobre.

AS MAIORES CONCENTRAÇÕES DE CHUMBO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS DE CORRENTE

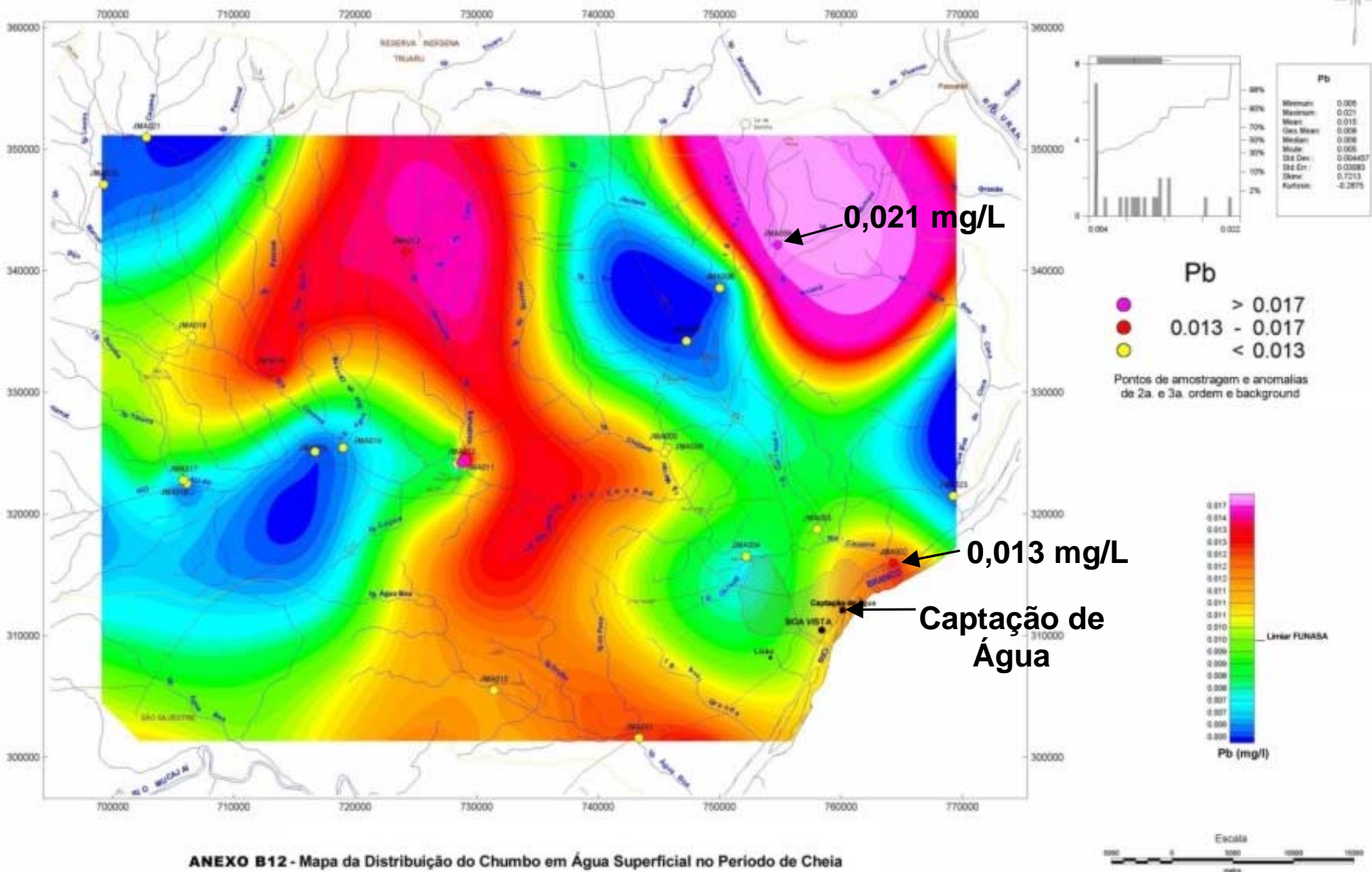
| MEIO AMOSTRADO | PONTOS COM OS MAIORES TEORES | IG./RIO | LIMIAR (VMP) |
|----------------|---|--|---|
| ÁGUA | JM-7 (0,030 mg/l – vazante) JM-9 (0,021 mg/l – cheia) JM-12 (0,018 mg/l – cheia) JM-13 (0,014 mg/l – cheia) JM-2 (0,013 mg/l – cheia) | Murupu Murupu Samaúma Samaúma Cauamé | 0,01 mg/L (Portaria FUNASA 1.469) |
| SEDIMENTOS | JM-16 (19,0 ppm – vazante) JM-21 (12,8 ppm – cheia) | Au-Au Cauamé | 40 ppm |

OBS: PONTO JM-2 LOCALIZADO PRÓXIMO A FOZ DO RIO CAUAMÉ, CERCA DE 4 KM A MONTANTE DACAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CAER.

DISTRIBUIÇÃO DO CHUMBO EM ÁGUA SUPERFICIAL (VAZANTE)



DISTRIBUIÇÃO DO CHUMBO EM ÁGUA SUPERFICIAL (P. CHEIA)



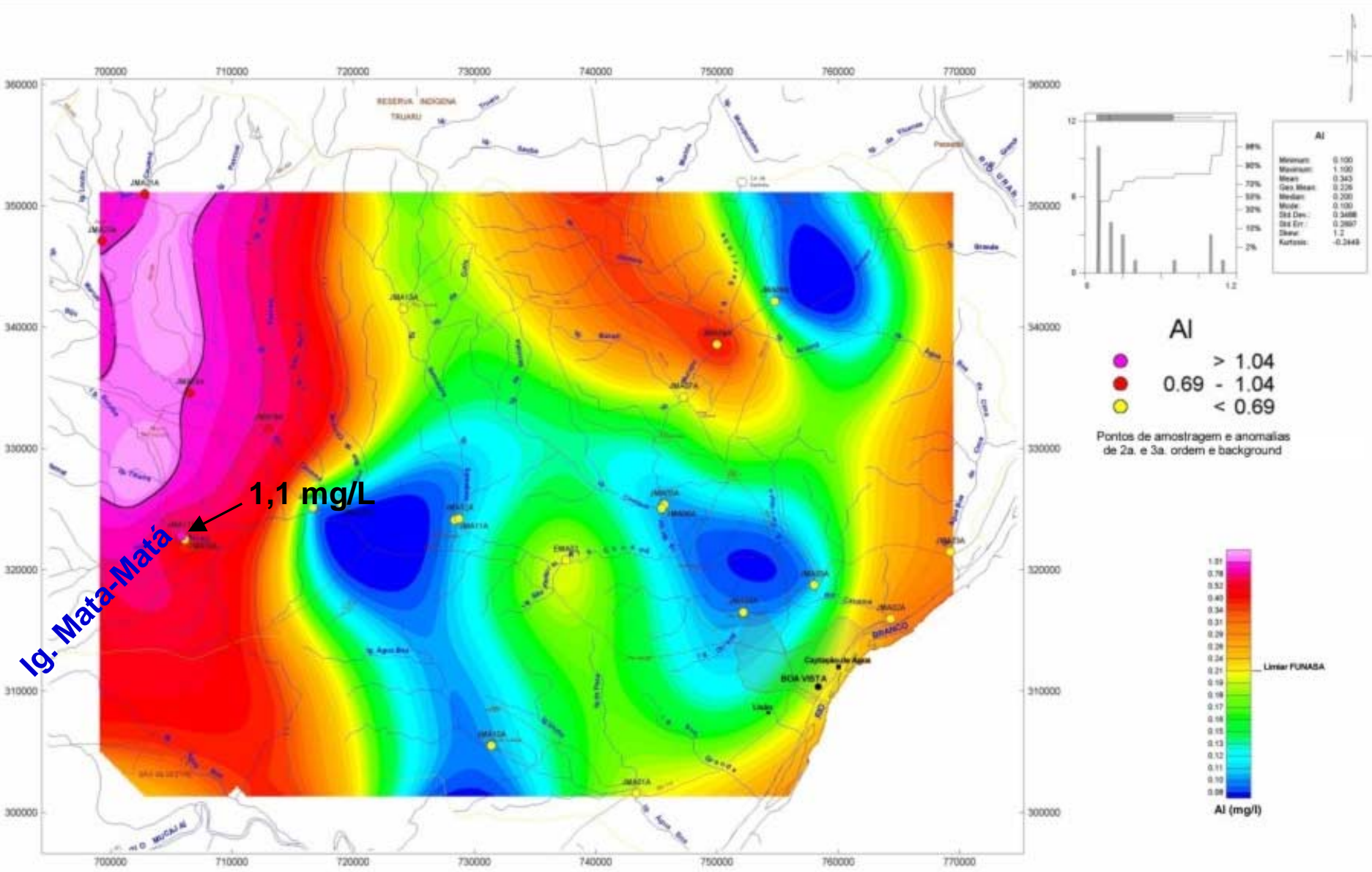
ANEXO B12 - Mapa da Distribuição do Chumbo em Água Superficial no Período de Cheia

AS MAIORES CONCENTRAÇÕES DE ALUMÍNIO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS DE CORRENTE

| MEIO AMOSTRADO | PONTOS COM OS MAIORES TEORES | IG./RIO | LIMIAR (VMP) |
|----------------|--|--------------------------------|--|
| ÁGUA | JM-17 (1,1 mg/l – vazante) JM-19, JM-20 e JM-21, todas com 1,0 mg/l (vazante) JM-18 (0,7 mg/l – vazante) | Matá-Matá Cauamé Pascoal | 0,2 mg/L (Portaria FUNASA 1.469) |
| SEDIMENTOS | JM-03 (0,91% – vazante) JM-17 (0,63% – cheia) | Carrapato Matá-Matá | Não estabelecido |

OBS.: PONTO JM-17 LOCALIZADO NO INTERIOR DA TERRA INDÍGENA SUCUBA

DISTRIBUIÇÃO DO ALUMÍNIO EM ÁGUA SUPERFICIAL (VAZANTE)



ANEXO B13- Mapa da Distribuição do Alumínio em Água Superficial no Período de Vazante



OS MAIORES TEORES DO ÍON SULFATO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA

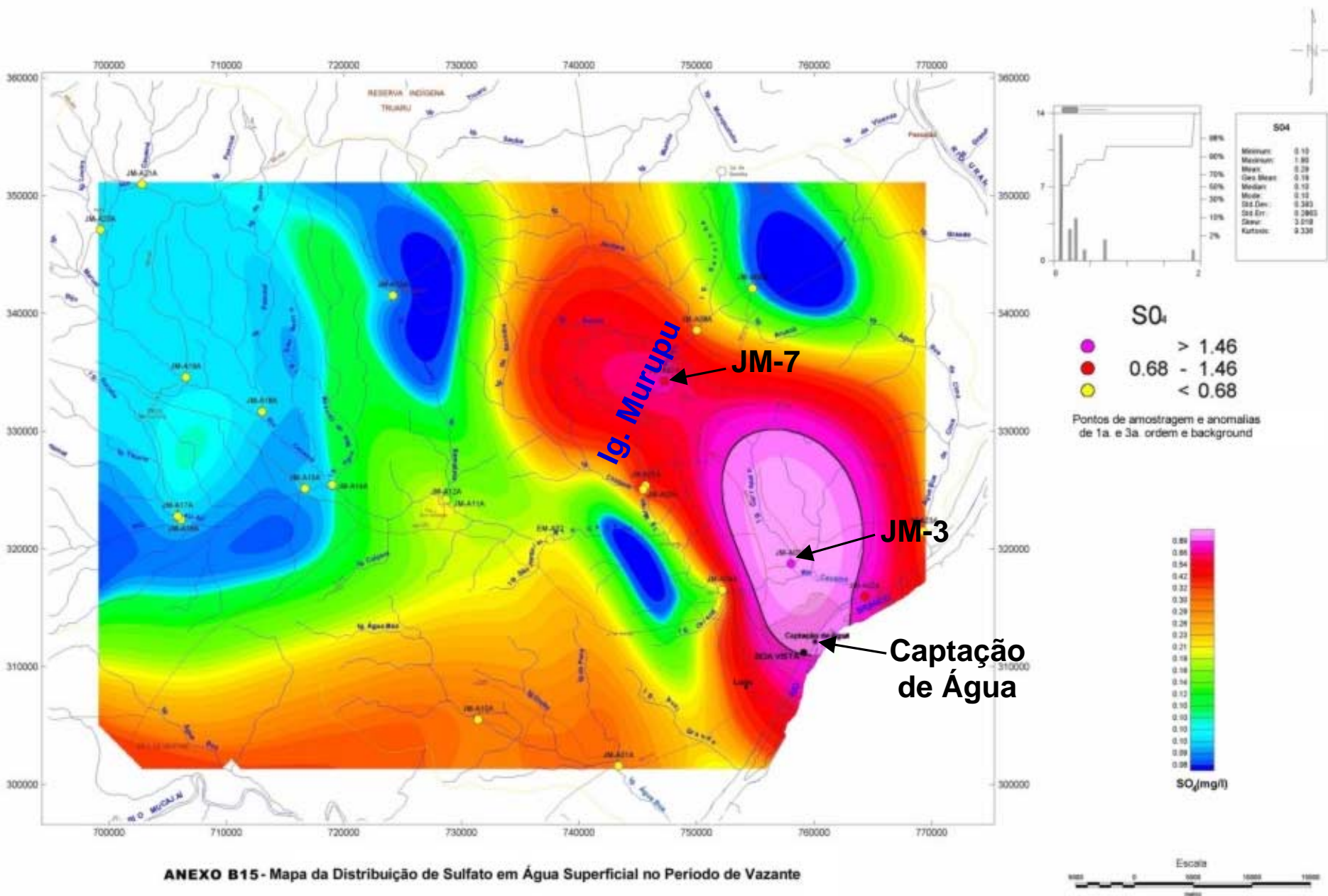
| MEIO AMOSTRADO | PONTOS COM MAIORES TEORES | IGARAPÉ RIO | LIMIAR |
|----------------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| ÁGUA | JM-3 (1,9 mg/l – vazante) JM-3 (0,9 mg/l – cheia) JM-7 (0,7 mg/l – vazante) | Carrapato Carrapato Murupu | 250 mg/l (Portaria FUNASA 1.469) |

OS MAIORES TEORES DO ÍON CLORETO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA

| MEIO AMOSTRADO | PONTOS COM MAIORES TEORES | IGARAPÉ RIO | LIMIAR |
|----------------|---|---|----------------------------------|
| ÁGUA | JM-21 (2,0 mg/l – vazante) JM-7 (1,2 mg/l – cheia) JM-9 (1,1 mg/l – cheia) JM-3 (1,0 mg/l – cheia) | Cauamé Murupu Murupu Carrapato | 250 mg/l (Portaria FUNASA 1.469) |

OBS: O PONTO **JM-7 (IGARAPÉ MURUPU) APRESENTOU TAMBÉM O MAIOR TEOR DE CHUMBO DE TODAS AS AMOSTRAS DE ÁGUA ANALISADAS, ALÉM DO SEGUNDO MAIOR TEOR DE ZINCO (CONTAMINAÇÃO ANTRÓPICA)**

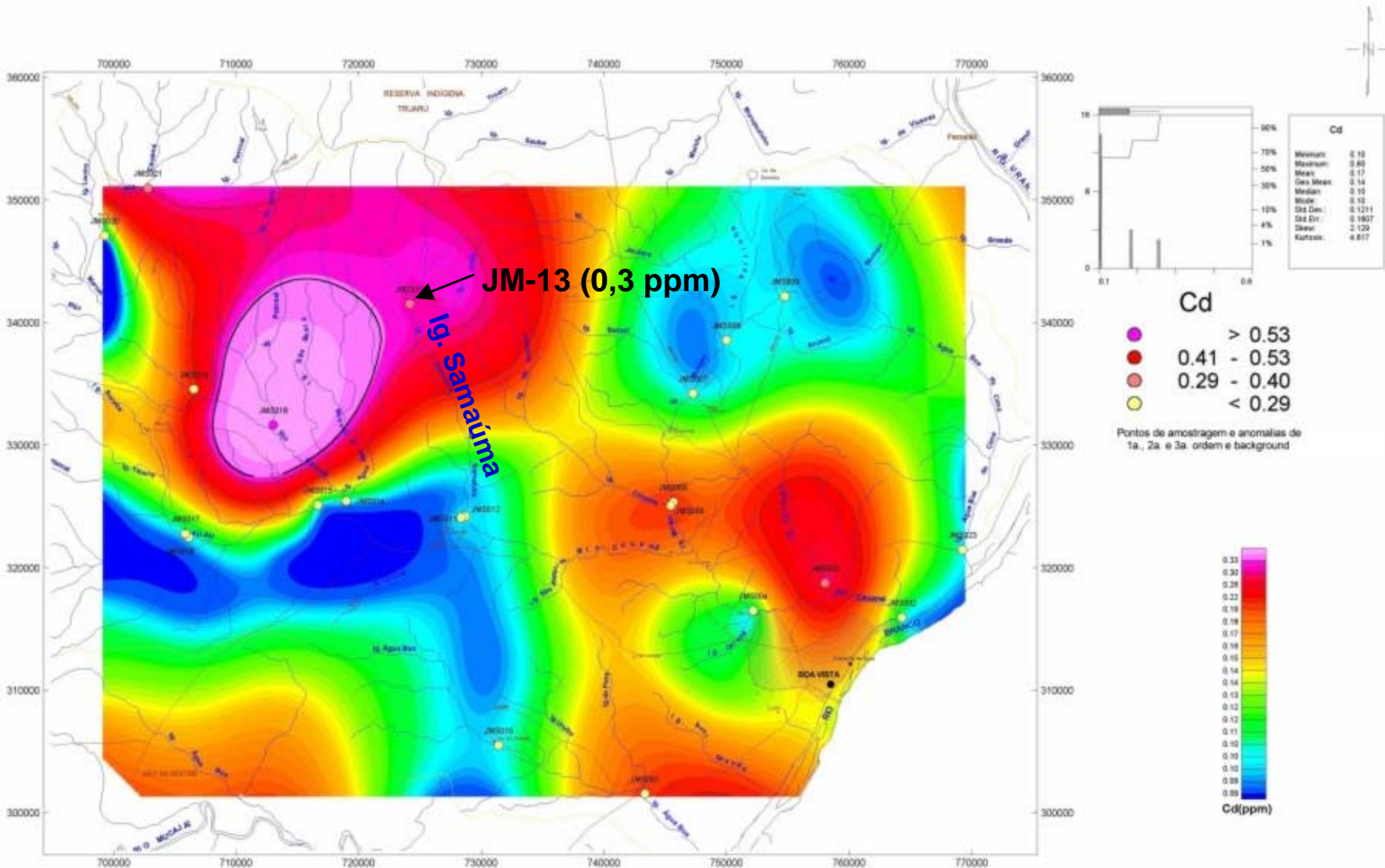
DISTRIBUIÇÃO DO ÍON SULFATO EM ÁGUA SUPERFICIAL (VAZANTE)



RECOMENDAÇÕES

- O **igarapé Murupu** é uma drenagem que requer uma melhor investigação de suas águas (anomalias de Pb, Zn, Cl e SO₄), principalmente quando se sabe que ele é utilizado como área de lazer pela população local. Enfatiza-se a necessidade de um monitoramento de prazo mais dilatado, com detalhamento das amostragens executadas.
- O ponto JM-13 (**igarapé Samaúma**) mostrou anomalias de diversos elementos químicos (em água e sedimentos). Boa parte dessas anomalias deve estar ligada a atividades antrópicas, já que o ponto se localiza no interior da antiga Fazenda Bamerindus (desapropriada), onde, segundo informações dos atuais colonos, foi intenso o uso de defensivos agrícolas, pesticidas e adubos químicos. Assim, no ig. Samaúma também se recomenda um detalhamento das amostragens e um monitoramento mais longo.

DISTRIBUIÇÃO DO CÁDMIO EM SEDIMENTOS (P. CHEIA)



ANEXO B2 - Mapa da Distribuição do Cádmio em Sedimentos de Corrente no Período da Cheia

➤ Todos os locais que apresentaram teores de Al na água acima do limiar definido pela Portaria FUNASA 1469 devem ser melhor investigados, notadamente o **igarapé Matá-Matá**, que atravessa a Comunidade Indígena Sucuba, e que também mostrou anomalia de Al em amostra de sedimento.

➤ Atenção especial deve ser dada à região da **foz do rio Cauamé** (teor de Pb na água acima do limiar da Portaria FUNASA 1469 e valores anômalos de sulfato e cloreto), já que a captação de água da CAER é efetuada no rio Branco pouco a jusante desse local.



PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS
MEDIDOS NAS ÁGUAS AMOSTRADAS

- ✓ Os valores de **pH** medido nos dois períodos de amostragem variaram de 4,5 a 7,0 (águas ácidas), com exceção de um ponto no igarapé Água Boa (na vazante), cujo valor registrado foi de 3,7.
- ✓ O **oxigênio dissolvido**, na grande maioria dos locais medidos, mostrou valores acima de 3 mg/L. Valores abaixo de 3 mg/L foram encontrados somente em 4 pontos, todos na vazante, destacando-se o igarapé Au-Au (1,48 mg/L), no interior da T I Sucuba, onde os indígenas relataram mortandade de peixes.
- ✓ Para a **turbidez**, medida somente na vazante, registraram-se valores abaixo de 15, exceto em dois locais do alto rio Cauamé, cujas águas encontravam-se quase paradas.

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

- ✓ Os parâmetros obtidos não permitem que os rios e igarapés amostrados sejam enquadrados em qualquer uma das categorias de classificação de águas definidas pela Resol. CONAMA 20/86.
- ✓ O que se constata é que a classificação do CONAMA precisa ser revisada, já que não contempla as especificidades regionais, como a elevada acidez das águas negras amazônicas.
- ✓ Numa tentativa simplista poderia se dizer que as drenagens amostradas estão mais próximas da Classe 2 da CONAMA 20/86 (águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas).

**DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DOS
ELEMENTOS QUÍMICOS**

E

**CORRELAÇÃO COM PH E OD
MEDIDOS NAS ÁGUAS**

DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DOS ÍONS DISSOLVIDOS NAS ÁGUAS

➤ Foram selecionados os elementos cujas análises químicas mostraram resultados consistentes nas duas fases de amostragem: Ba, Fe, Mg, Si, Sr e Ca.

| Elemento | Cheia (média das conc. mg/L) | Vazante (média das conc. mg/L) |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Ba | 0,010 | 0,011 |
| Fe | 0,127 | 0,140 |
| Mg | 0,191 | 0,230 |
| Si | 5,62 | 6,35 |
| Sr | 0,003 | 0,005 |
| Ca | 0,30 | 0,45 |

➤ Há uma leve tendência de aumento dos teores no período de vazante.

DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NOS SEDIMENTOS

➤ Seleccionados os elementos que têm limites de sensibilidade iguais nos dois laboratórios utilizados: Cr, V, Cu e La, além de Ba e Mn, que apresentaram teores em todas as amostras acima do limite de detecção.

| Elemento | Cheia (média das conc. ppm) | Vazante (média das conc. ppm) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Mn | 102,4 | 148,4 |
| Ba | 25,0 | 20,9 |
| Cr | 11,2 | 21,9 |
| V | 13,4 | 23,8 |
| Cu | 3,4 | 4,2 |
| La | 10,6 | 14,1 |

- Com exceção do Ba, há uma tendência de aumento dos teores na vazante.
- Também há uma tendência das principais anomalias desses elementos apresentarem valores maiores na vazante; porém, essas anomalias, de modo geral, mudam de localização de acordo com o período de amostragem.
- Deve existir um controle sazonal na distribuição e composição dos sedimentos da área, o qual necessita de estudos adicionais para seu entendimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

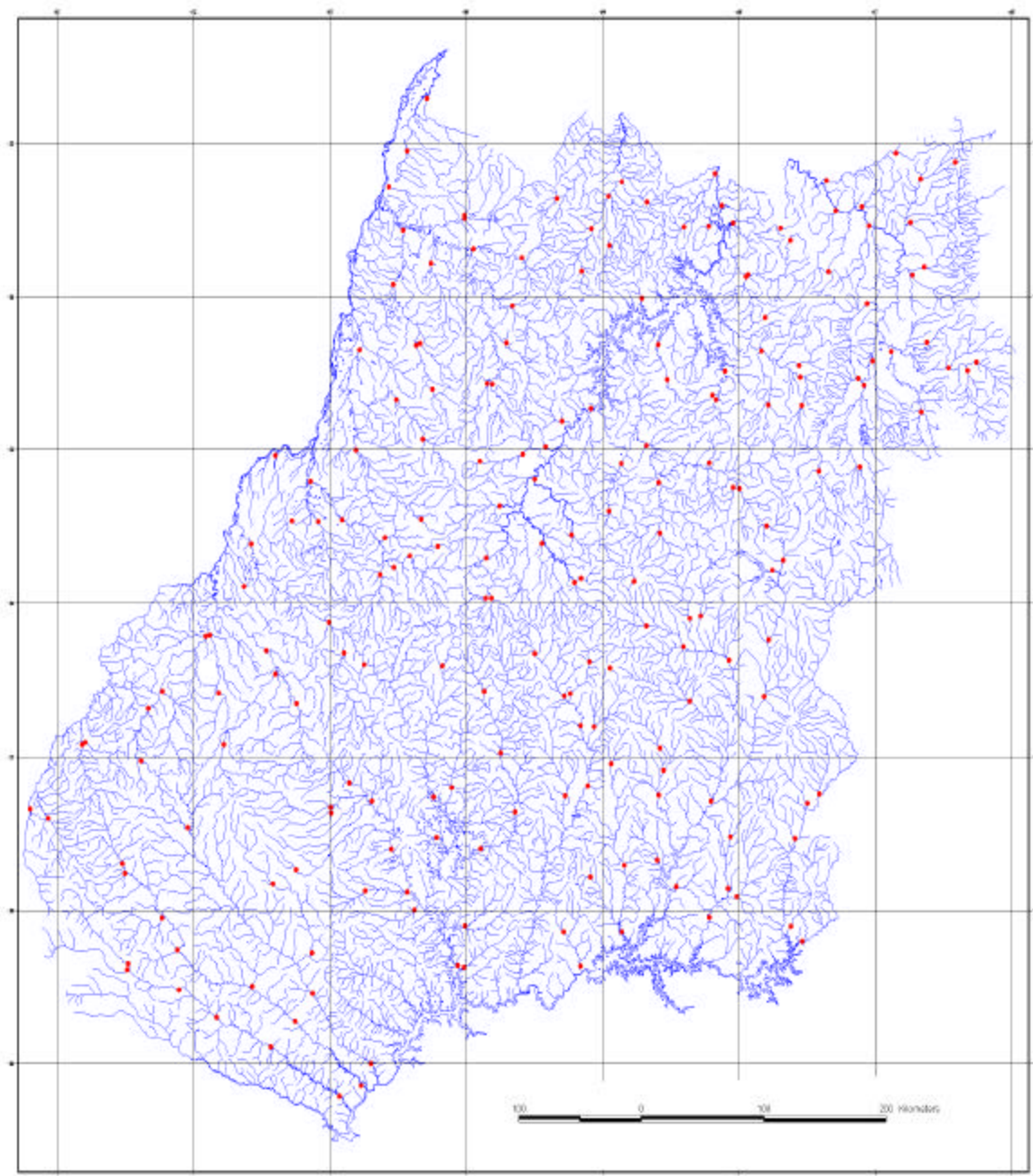
- **RESSALTA-SE A NECESSIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS NAS BACIAS ESTUDADAS, COM A CONTINUIDADE E O DETALHAMENTO DOS ESTUDOS AQUI APRESENTADOS.**
- **O RIO CAUAMÉ E OS IGARAPÉS ÁGUA BOA, ÁGUA BOA DE CIMA E MURUPU SERVEM COMO ÁREAS DE LAZER (BALNEÁRIOS) PARA A POPULAÇÃO DE BOA VISTA: A CONTINUIDADE DOS ESTUDOS CONTRIBUIRÁ PARA A PLENA CONSERVAÇÃO DESSES LOCAIS, ASSIM COMO PARA CONTROLAR A QUALIDADE DA ÁGUA CAPTADA PARA ABASTECIMENTO DOMÉSTICO.**

➤ A MAIOR PARTE DOS TERRENOS QUE COMPÕEM AS BACIAS ESTUDADAS MOSTRA UMA CONSIDERÁVEL FRAGILIDADE NATURAL AOS PROCESSOS EROSIVOS (RAVINAMENTO/VOÇOROCAMENTO), CONDICIONADA PRINCIPALMENTE AO SUBSTRATO GEOLÓGICO DA REGIÃO (FORMAÇÕES ARENOSAS INCONSOLIDADAS) E À COBERTURA VEGETAL INCIPIENTE (SAVANAS), APESAR DO RELEVO PLANO.

➤ A IMPLANTAÇÃO DE QUALQUER PROJETO AGROPECUÁRIO (PÓLO DE EXPANSÃO NO PLANEJAMENTO ESTADUAL) DEVE SER PRECEDIDA, NECESSARIAMENTE, DE ESTUDOS BIOFÍSICOS DETALHADOS, VISANDO À PREVENÇÃO, OU ATENUAÇÃO, DE FUTUROS IMPACTOS AMBIENTAIS, NOTADAMENTE A CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS.

PROGRAMA DE GEOQUIMICA AMBIENTAL E GEOMEDICINA - GOIÁS

MAPA DE AMOSTRAGEM HIDROGEOQUÍMICA



• Amostras de Hidrogeoquímica

 Drenagem



CPRM

Serviço Geológico do Brasil

WORKSHOP PGAGEM (09-13/06/2003

Sureg/GO

GATE BRASÍLIA

Zoneamento Econômico-Ecológico
do Entorno de Brasília
Fase I

HIDROGEOQUÍMICA

*A ÁGUA NOS PRÓXIMOS SÉCULOS SERÁ A
COMBINAÇÃO QUÍMICA MAIS IMPORTANTE NA
TERRA(Araujo,E.2003)*

METODOLOGIA

Amostragem

Análises químicas

Tratamento dos dados



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AMOSTRAGEM:

1 – SEDIMENTOS DE CORRENTE

2 – ÁGUAS SUPERFICIAIS

3 - AQUÍFEROS

CAMPO:

- **WATER QUALITY CHECKER U-10**

- **DA HORIBA**

- **Parâmetros Físicos da Água**

- **Ph, Condutividade, Turbidez**

- **Oxigênio**

Dissolvido, Temperatura, Salinidade



HORIBA U-10



ANÁLISES

ÁGUA:

Cátions - ICP

ÂNIONS: CROMATOGRAFIA

(sulfatos, cloretos, nitratos)

SEDIMENTOS:

Traços: ICP

FRX-Óxidos e Nb-Zr-Y-Sr-Rb



LABORATÓRIO ANÁLISES QUÍMICAS

Ag, Al, As, Au, Ba, Bi, Be, Ca, Cd,
Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn,
Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc,
Sr, Ti, V, W, Y, Zn

GEOMEDICINA



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

CONSTITUENTES IÔNICOS PRINCIPAIS

- **K**-Controla impulsos nervosos e as contrações musculares
- **Ca-Mg**-Mantém ossos saudáveis
- **Carência:** raquitismo e osteoporose
- **Excesso:** dores musculares, sede, pedra nos rins
- **Fe**-Formação de hemoglobinas
- **Carência:** anemia
- **Excesso:** problemas cardíacos e diabete



PRINCIPAIS ÂNIONS

- **Cloretos**-Indicador de poluição para aterros sanitários e lixões
- **Sulfatos**-Altas concentrações inibe o crescimento de vegetais
- **Carbonatos**-Benéfico para águas de irrigação
- **Nitratos**->5mg/l indicativo de contaminação por atividade humana(esgotos,lixos,cemitérios etc.)



Principais constituintes secundários

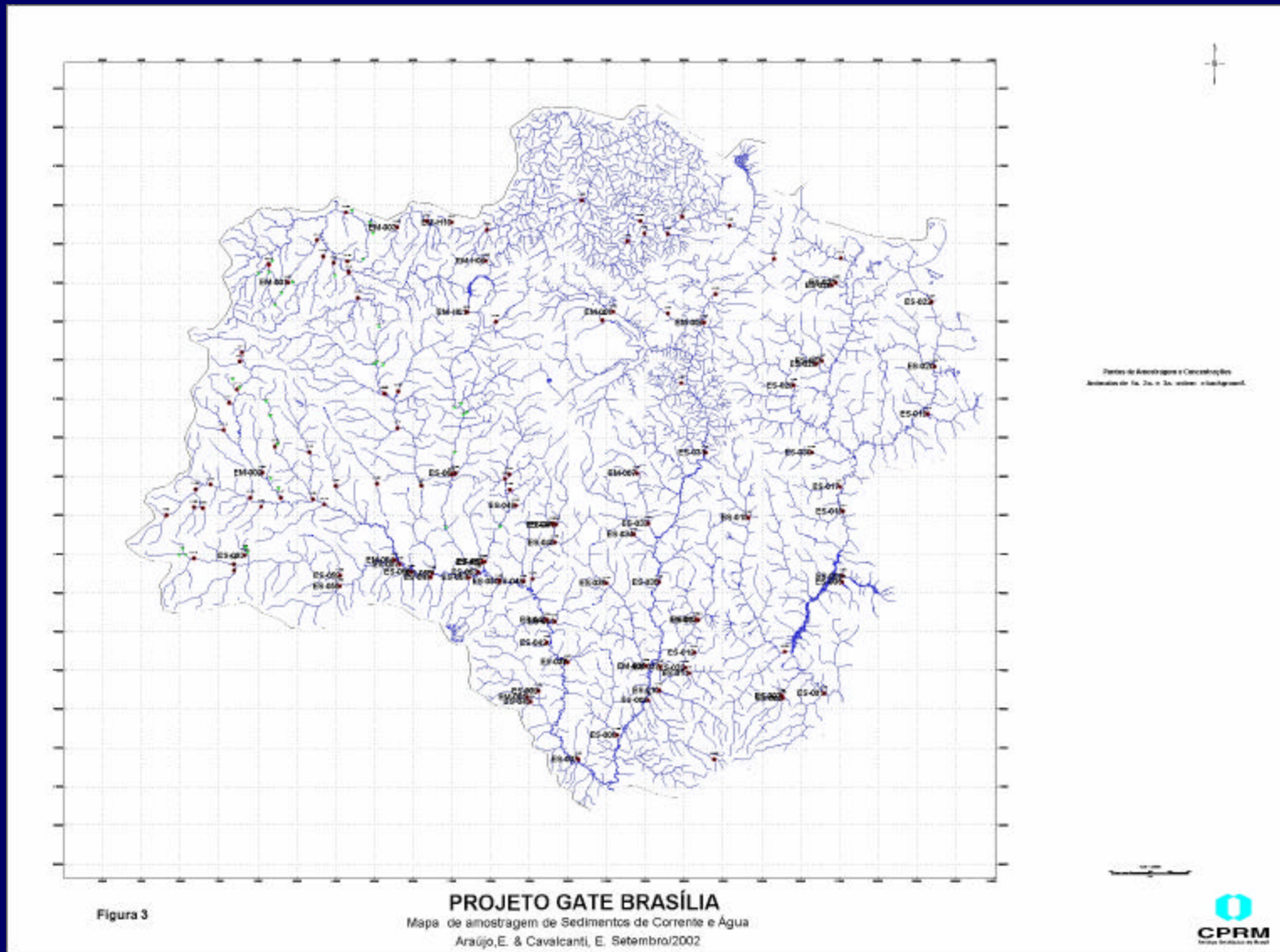
- **B**-tóxico aos vegetais
- **P**->1mg/l (indicativo de águas poluídas)
- **Zn e Cu** – toleráveis ao consumo humano até os limites de 5 e 1mg/l, respectivamente



ELEMENTOS TÓXICOS E CARCINÓGENOS

- **As**(0,05mg/l) 100mg envenena
- **Ba**(excesso causa:bloqueio nervoso,aumento de pressão)
- **Cd**(excesso:hipertensão arterial,anemia,retardamento de crescimento)
- **Pb**(excesso:danos cerebrais e morte)
- **Se**(excesso:incidência de cáries dentárias)

• Mapa de amostragem



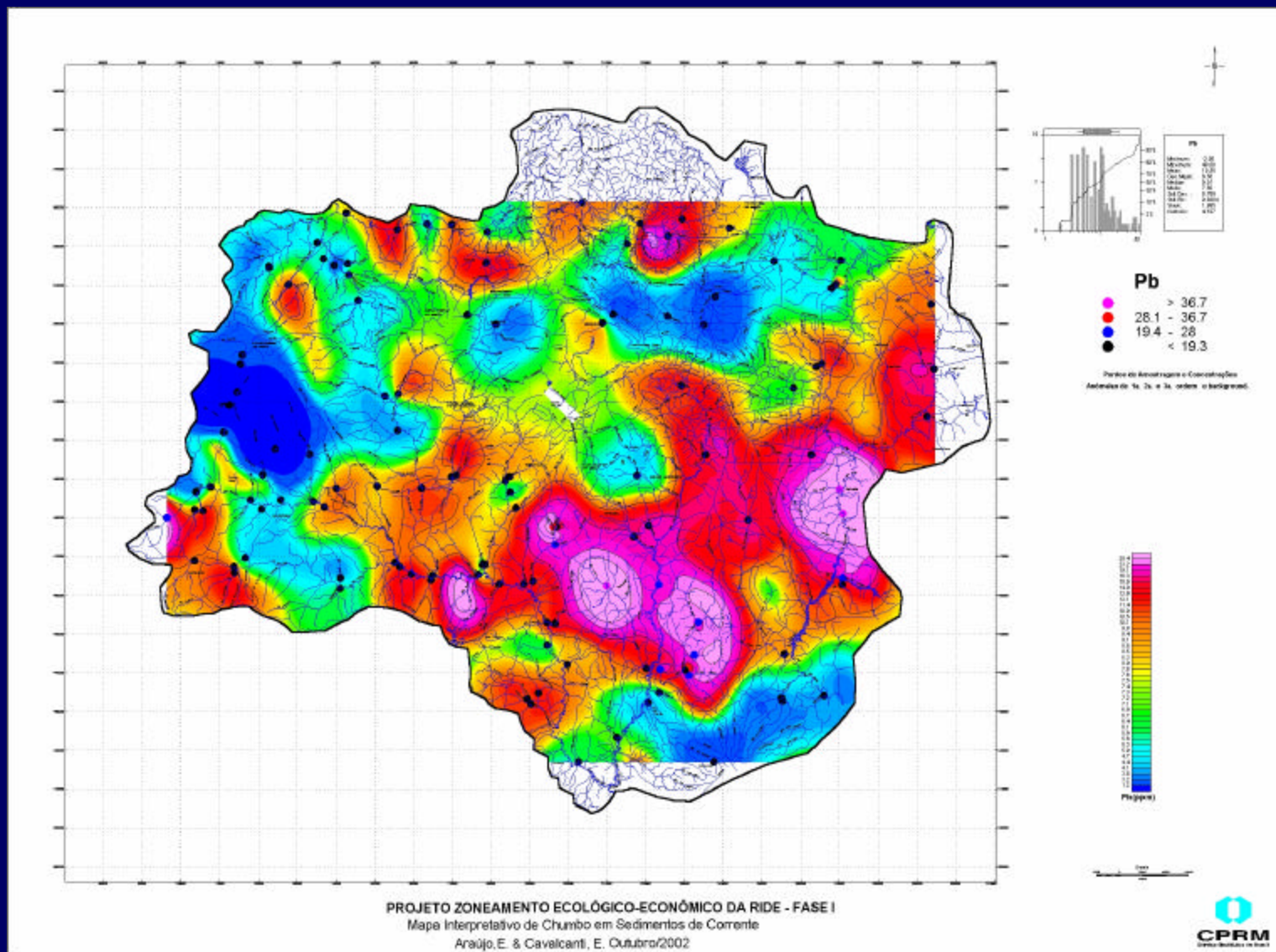
Tratamento dos dados:

Utilização do programa Oásis Montaj
versão 4.3 da Geosoft



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Mapa de distribuição do Pb(ppm)-Sedimento



CAUSAS E EFEITOS:

A contaminação do Pb origina-se de efluentes industriais, baterias, mineração, encanamentos e soldas.

Causa danos irreversíveis ao cérebro, como ainda tumores renais e outros carcinomas

NITRATO: Limite 10mg/l

| UTMN | UTME | Ncampo | Toponímia | NO3 mg/l |
|---------------|----------------|----------------|------------------------|-----------------|
| 749658 | 8269686 | EMA-001 | cor. Salobro | 362,3 |
| 798901 | 8196601 | ESA-051 | Rio Alagado | 16,3 |
| 797713 | 8194160 | ESA-053 | Rio Descoberto | 18,0 |
| 737956 | 8199571 | ESA-063 | Cor Mandiocal | 22,4 |
| 783425 | 8217019 | ESA-071 | Rio Areias | 19,0 |
| 791133 | 8219606 | ESA-072 | Rib.Descoberto | 111,0 |
| 774032 | 8240695 | ESA-096 | Rio das Areias | 217,3 |
| 764754 | 8287622 | ESA-099 | Cor.Água Quente | 19,2 |
| 765075 | 8274946 | ESA-100 | Rib Água Quente | 126,3 |
| 765217 | 8272141 | ESA-101 | Rio São Jerônimo | 55,2 |
| 761495 | 8274526 | ESA-103 | Cor. Forjado | 72,5 |
| 745787 | 8215968 | ESA-107 | Rio Corumbá | 272,1 |
| 745603 | 8227358 | ESA-108 | Cor. Congonhas | 20,3 |
| 735949 | 8241943 | ESA-112 | Cor. Da Prata | 140,5 |
| 744559 | 8274571 | ESA-115 | Rio Preto | 199,5 |
| 723316 | 8199802 | ESA-116 | Cor. Olaria | 190,9 |

CAUSAS E FEITOS:

O nitrato, representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica

Teores acima de 5mg/l são indicativos de águas poluídas por atividade humana (esgotos.fossas sépticas, depósitos de lixo, Cemitérios etc...

Estudos recentes mostram uma correlação positiva entre o Cancer gástrico e as elevadas concentrações de Nitrato



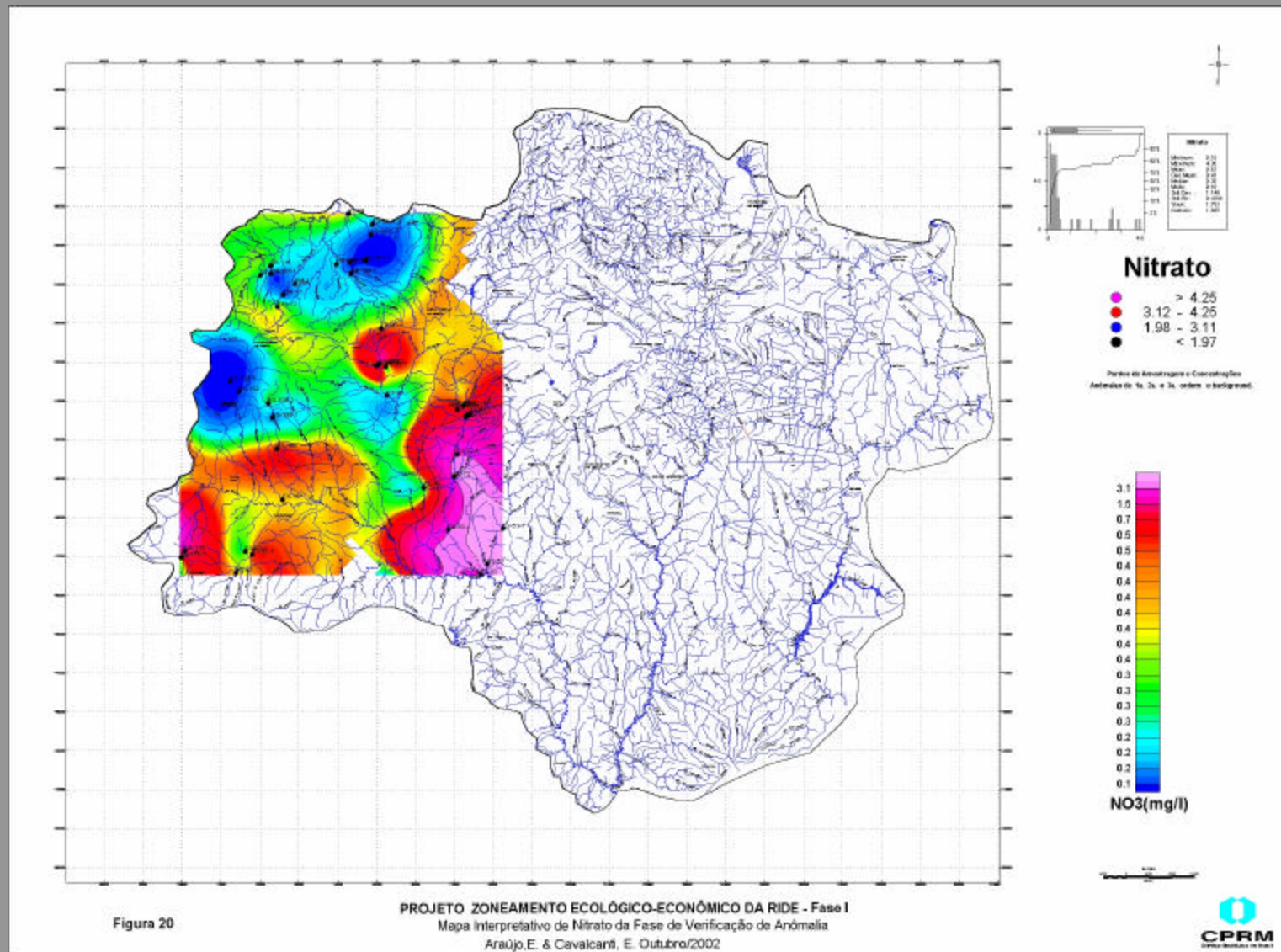
Lixão nas cabeceiras do Rio Descoberto



Rio Descoberto



NITRATO - REAMOSTRAGEM





MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

CPRM Serviço Geológico do Brasil



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



SCO

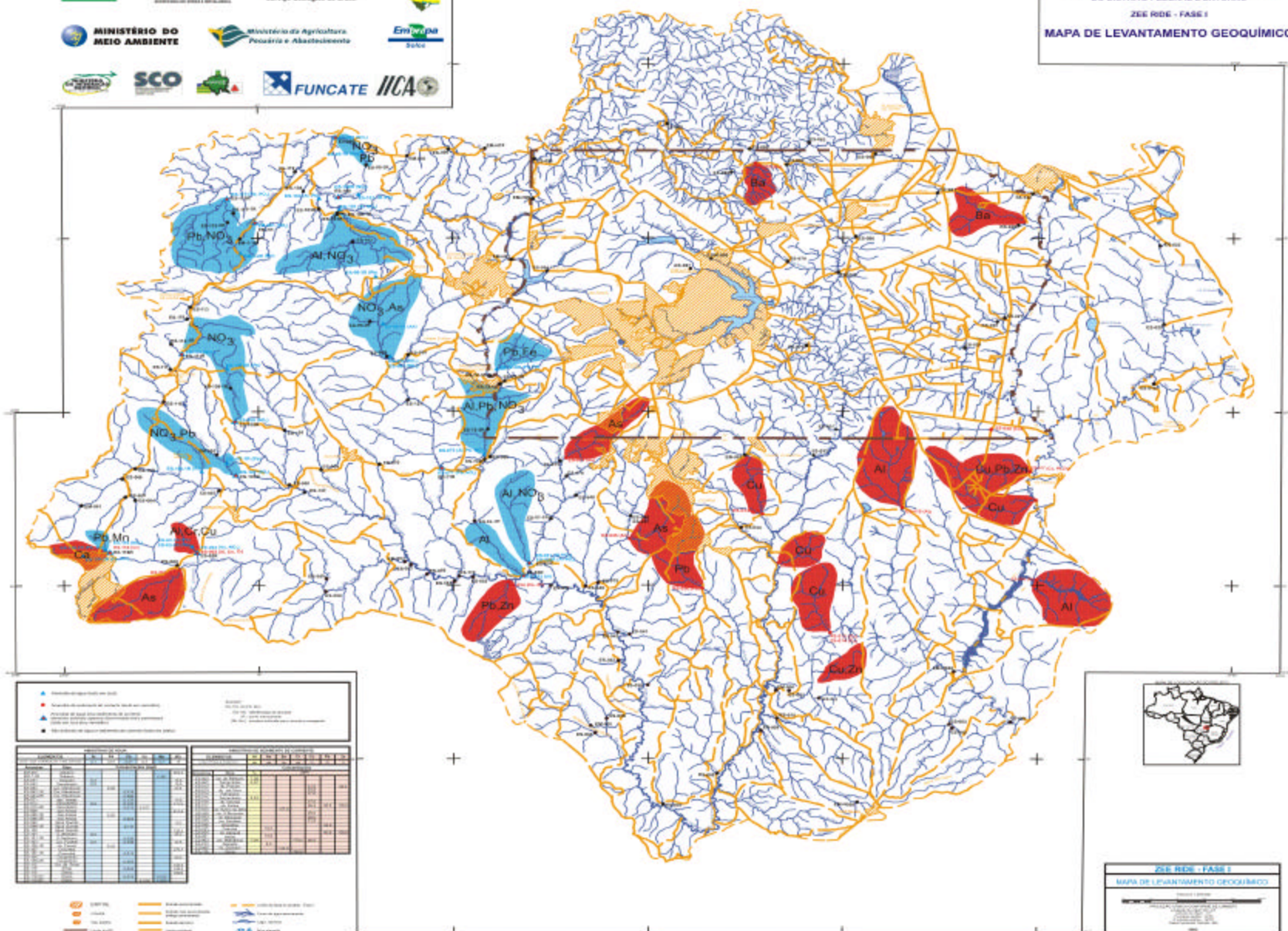


FUNCATO IICA

PROJETO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DA REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO

ZEE RDE - FASE I

MAPA DE LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO

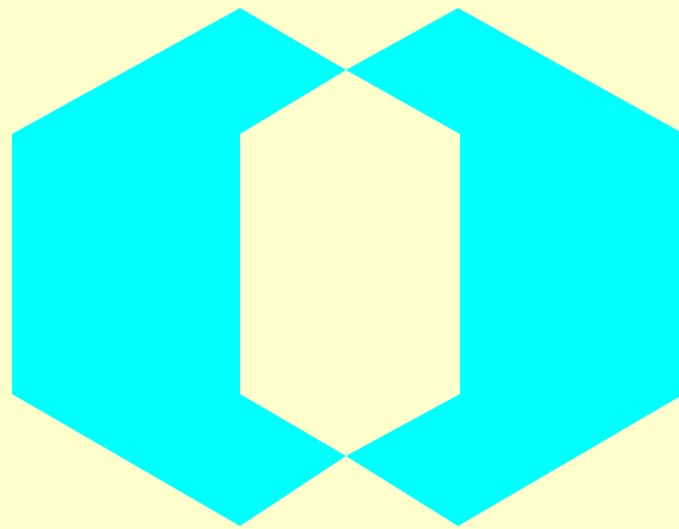


BENEFÍCIOS:

- **Conhecimento da Qualidade da Água**
 - **Co-(Excesso)Hipertensão**
 - **Cu-(Carência)Molibdenose**
- **Planejamento/Ocupação do Solo**
 - **Monitoramento**
- **Preservação de Mananciais Hídricos**
 - **Qualidade de vida para futuras gerações**
- **Conhecimento da Qualidade da Água em Macro Programação de Amostragem 1:500.000(Mapa).**

PRODUTOS:

- **MAPA DE ÁREAS ANÔMALAS DOS ELEMENTOS SELECIONADOS**
- **ARQUIVO BRUTO DE RESULTADOS ANALÍTICOS**
- **MEMÓRIA TÉCNICA**
- **ESTUDOS ESPECÍFICOS EM FUNÇÃO DOS PRIMEIROS RESULTADOS (FILLIN E FOLLOW-UP)**



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Eric Santos Araujo – SUREG-GO

Junho/2003

PROMIN ALTA FLORESTA

METODOLOGIA

- **ESCALA DE TRABALHO – 1:250.000**
- **SEDIMENTOS DE CORRENTE**
- **CONCENTRADOS DE BATEIA**
- **ANÁLISE MULTIELEMENTAR**
- **LABORATÓRIO: BONDAR CLEGG**
- **TRATAMENTO DOS DADOS: OÁSIS 4.3
DA *GEOSOFT***

■ **DADOS DE PRODUÇÃO**
FOLHA ALTA FLORESTA:

■ 470 Sedimentos e 431 Concentrados

FOLHA ILHA 24 DE MAIO

■ 195 Sedimentos e 189 Concentrados

■ **FOLHA VILA GUARITA**

■ 260 Sedimentos e 248 Concentrados

■ **FOLHA RIO SÃO JOÃO DA BARRA**

■ 299 Sedimentos e 285 Concentrados

■ **Total : 1224 sedimentos**

■ **1153 concentrados**

**ELEMENTOS QUÍMICOS SELECIONADOS
PARA INTEGRAÇÃO**

Al – ROCHAS ÁCIDAS

Cr-Fe –ROCHAS BÁSICAS

Cu – ROCHAS INTERMEDIÁRIAS

La-Y – ROCHAS ALCALINAS

Au - MINERALIZAÇÕES

RESULTADOS OBTIDOS

MAPAS GEOQUÍMICOS/MINERALÓGICOS

Mapa Geológico PROMIN Alta Floresta

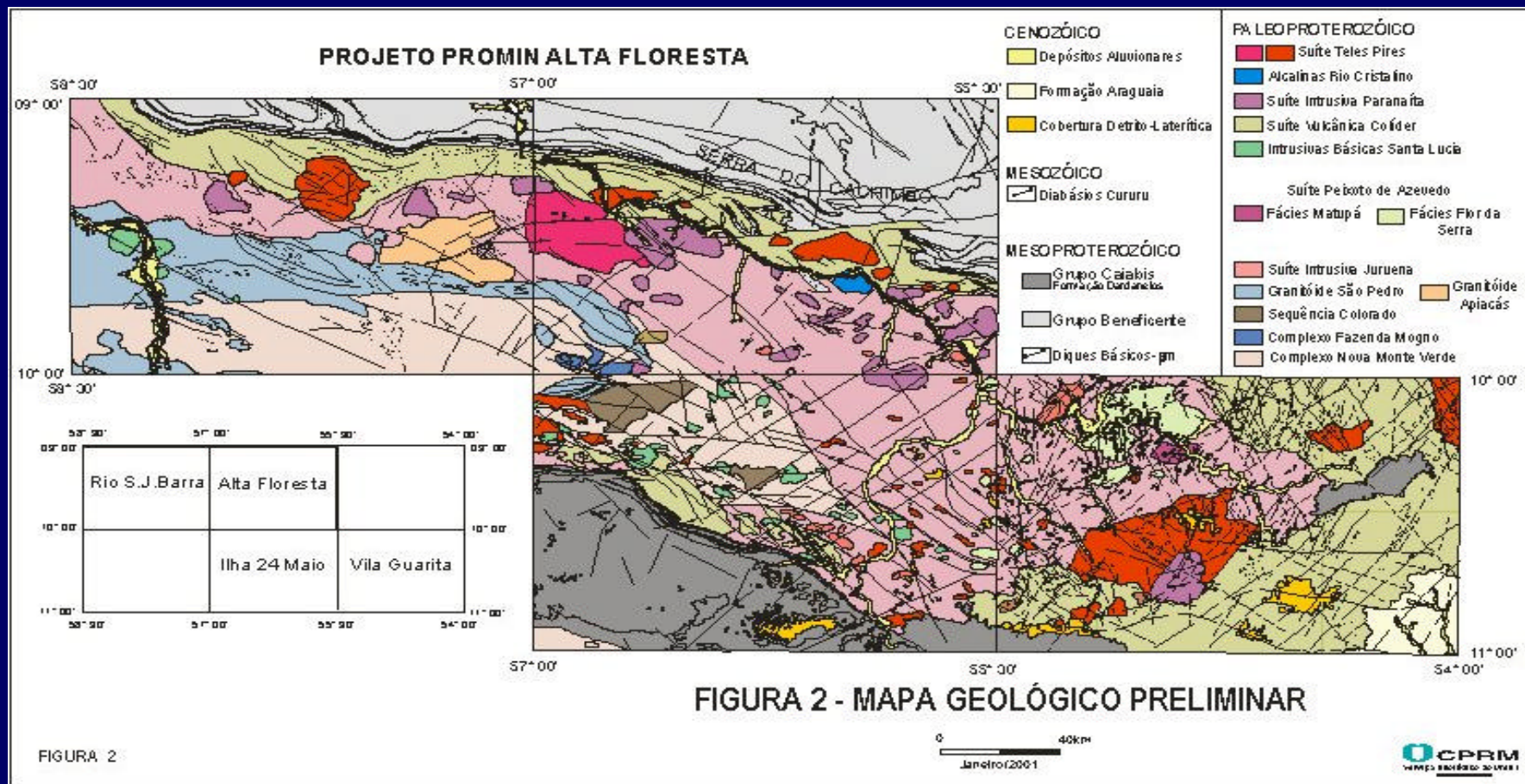
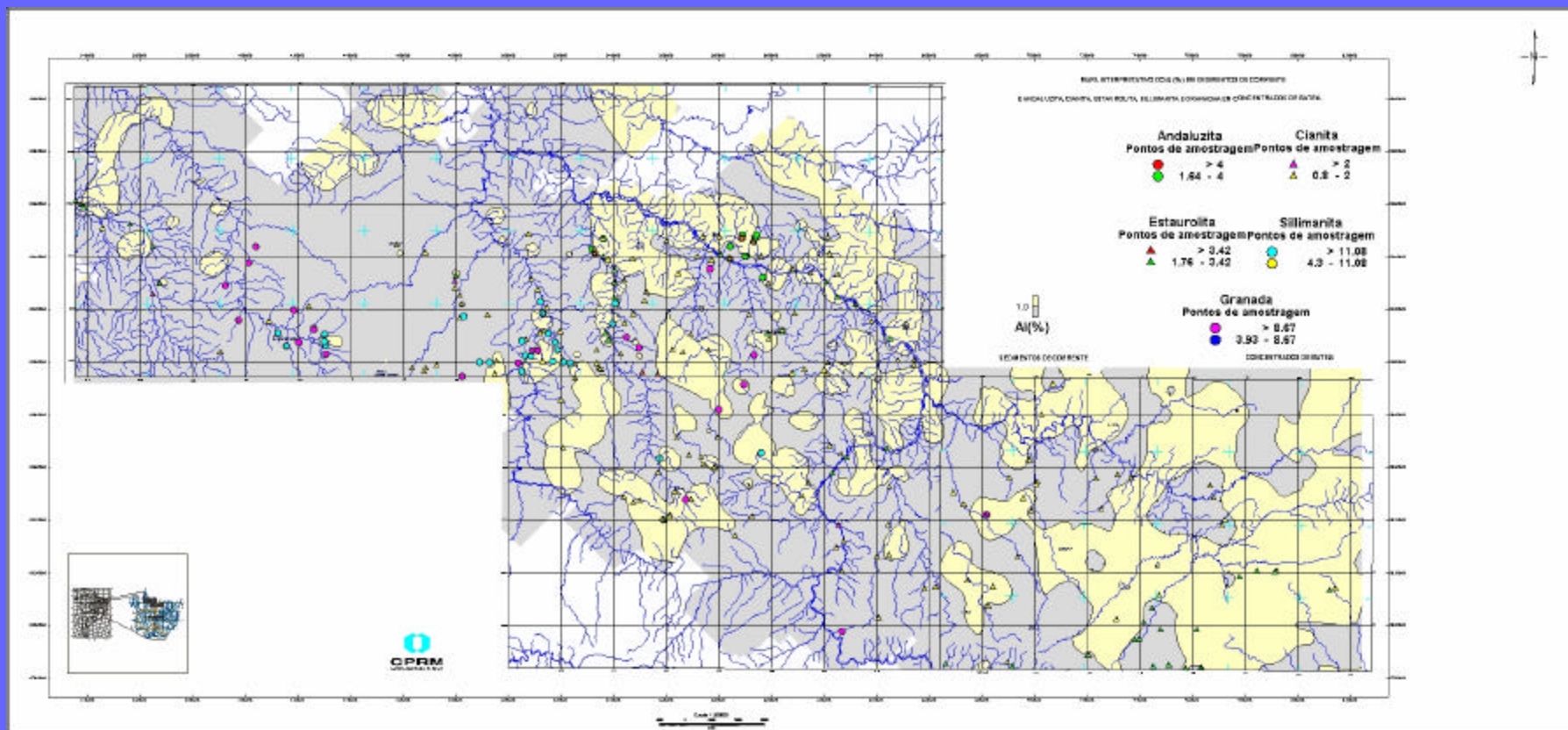
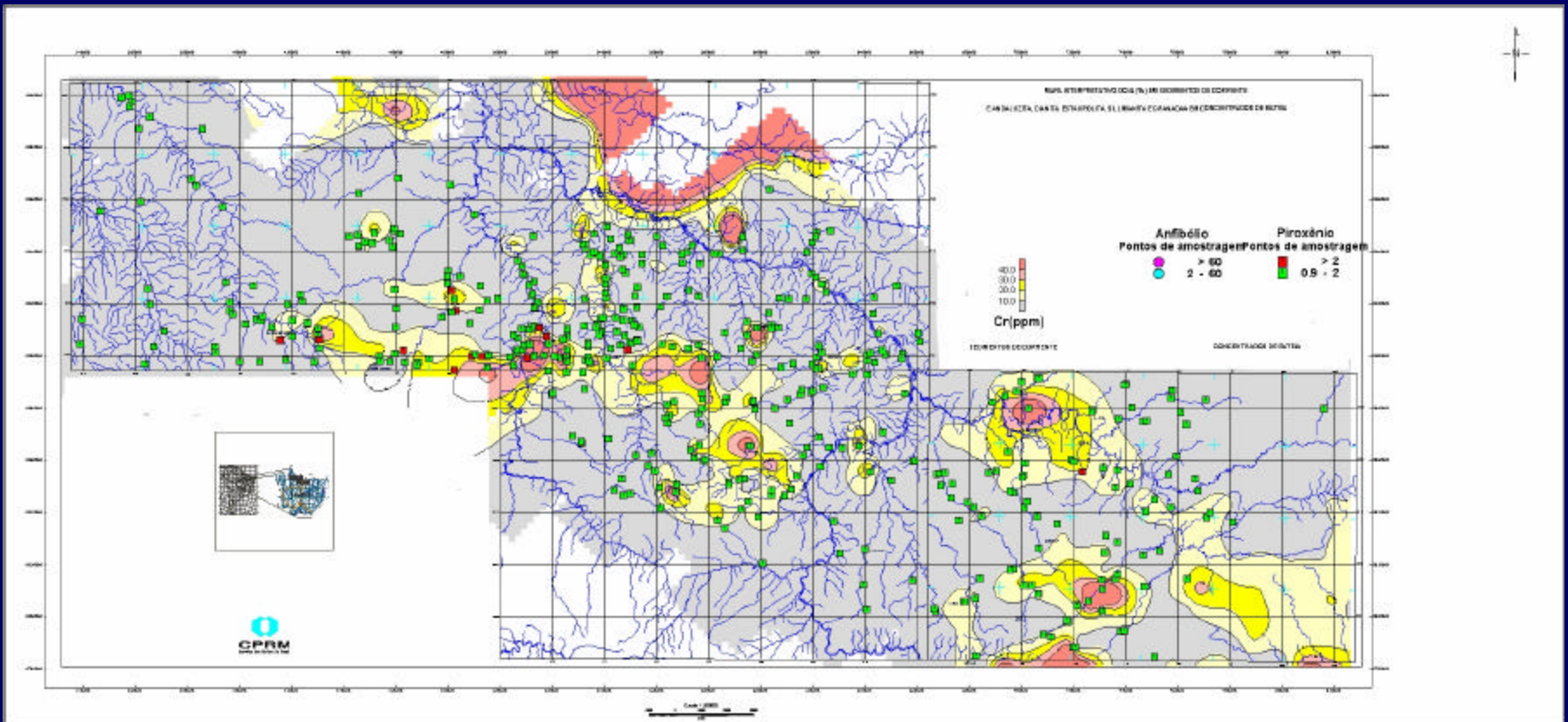


FIGURA 2

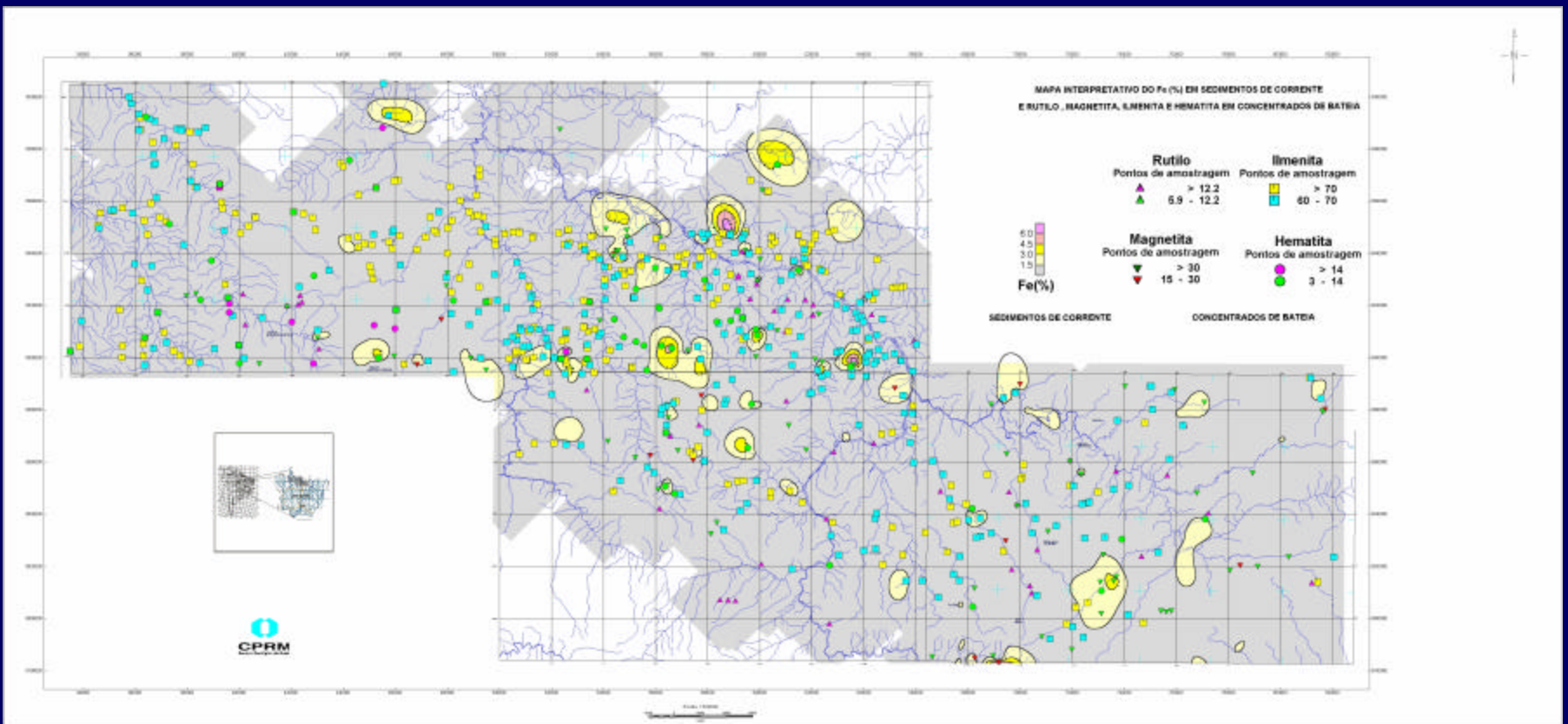
Promin Alta Floresta-Al(%)



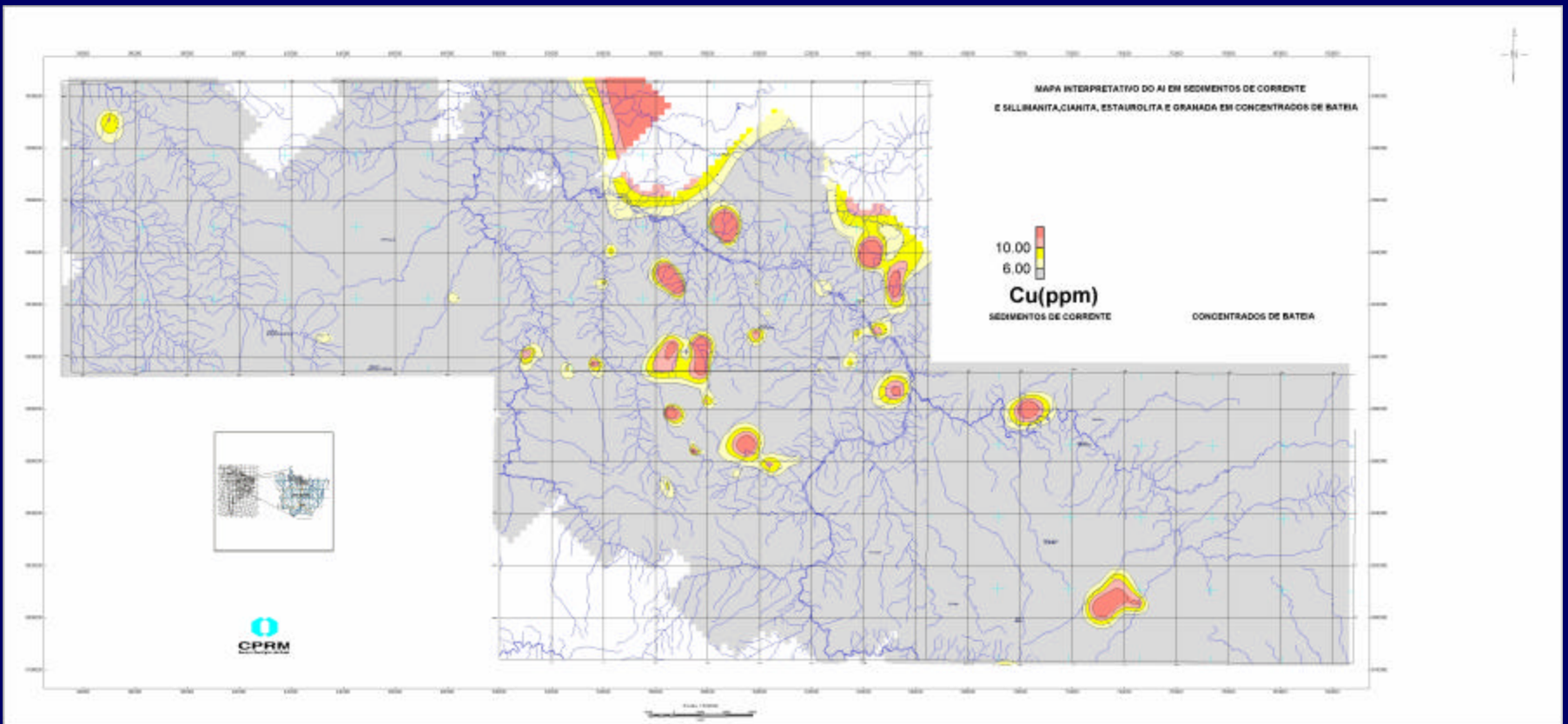
CROMO (ppm)



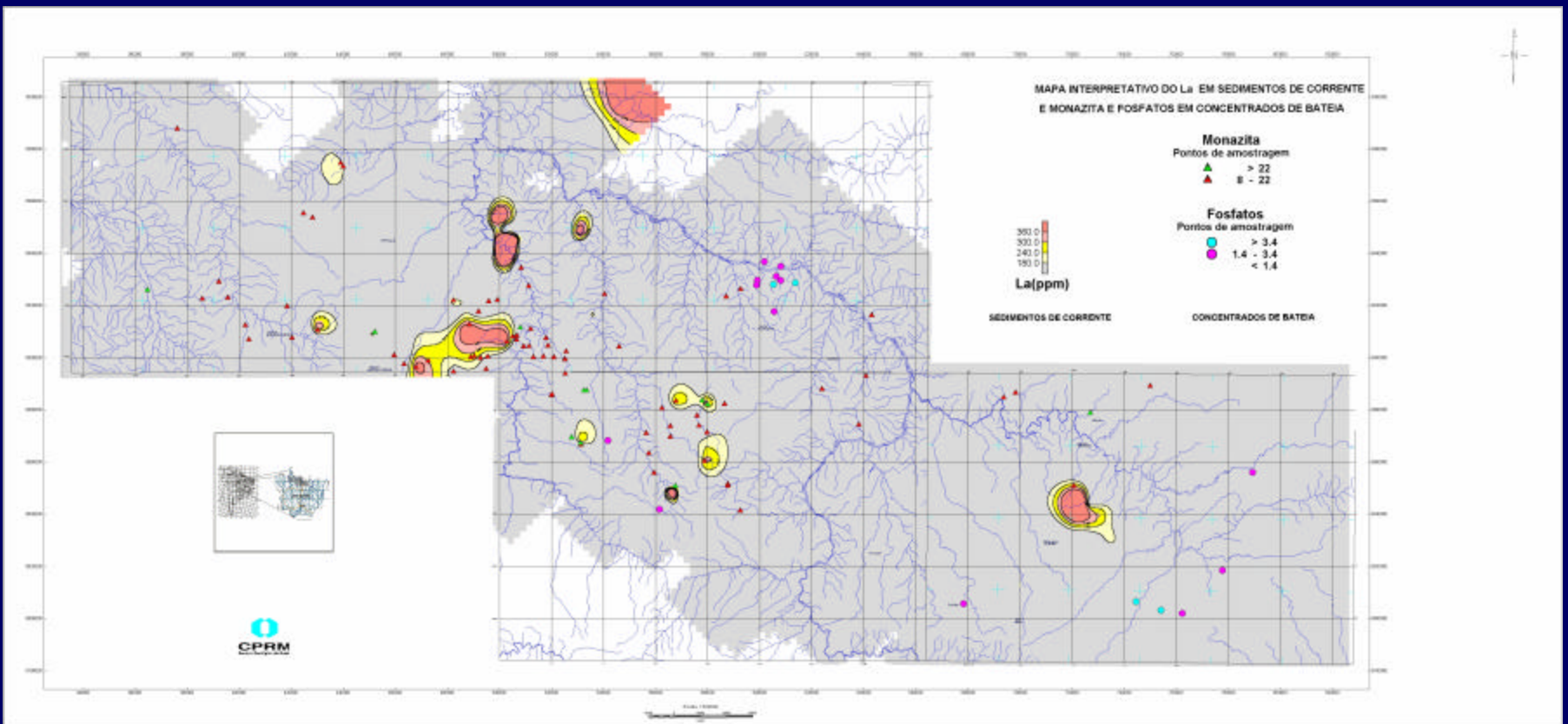
Ferro (%)



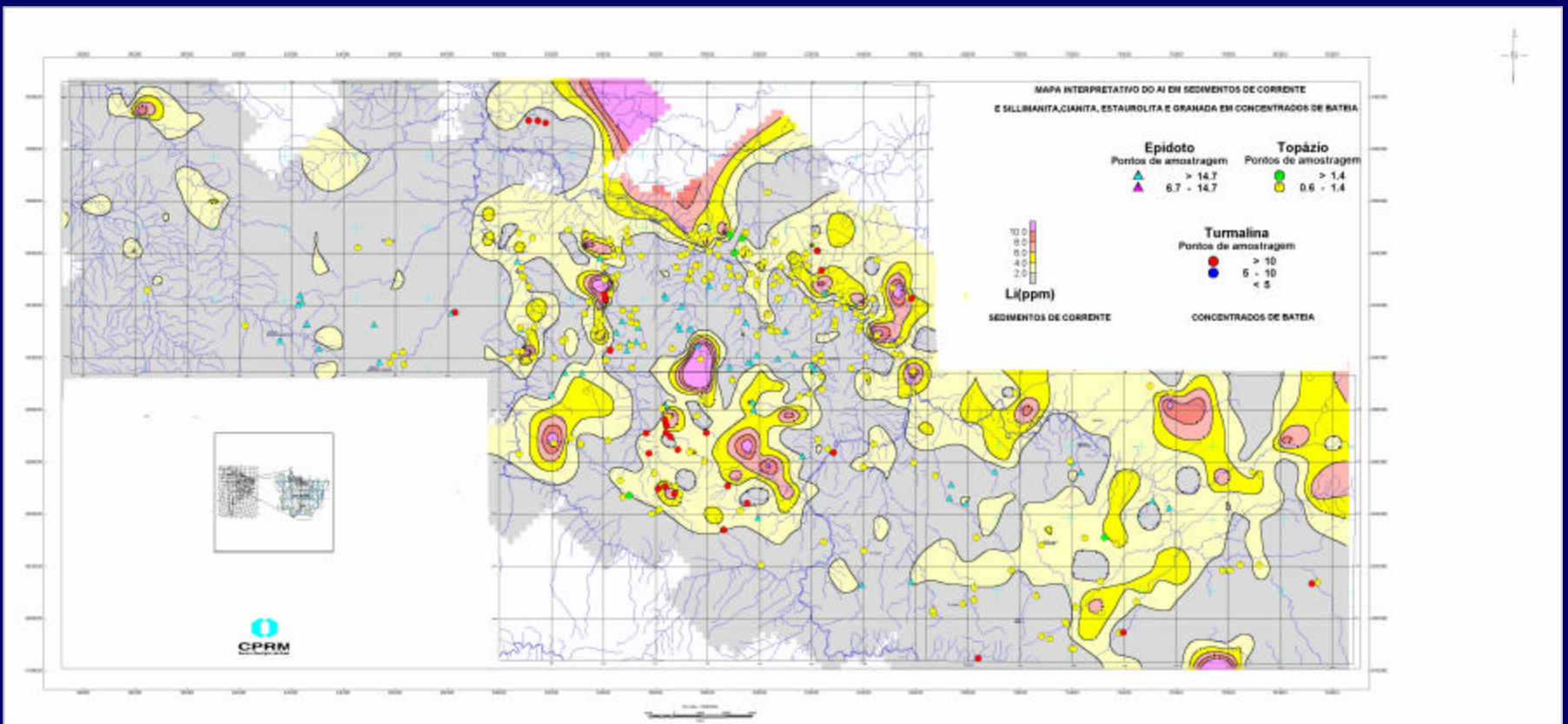
Cobre(ppm)



Lantânio(ppm)



Lítio (ppm)



Conclusões

- 1 – A análise multielementar foi de fundamental importância como ferramenta e apoio ao Mapeamento geológico auxiliando na delimitação de litologias;**
- 2 – A integração dos resultados analíticos com a análise mineralógica forneceu subsídios na definição de tipos diferentes de mineralizações auríferas indicando inclusive a direção do grau de metamorfismo (granada>sillimanita);**
- 3- As concentrações de Ferro e Lantânio coincidiram com anomalias aéreas de magnetometria e cintilometria respectivamente, mapeando rochas alcalinas.**

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA
LOCALIZAÇÃO DOS PROJETOS PROGRAMADOS PARA 2003
NA ÁREA DA GEREMI-GO

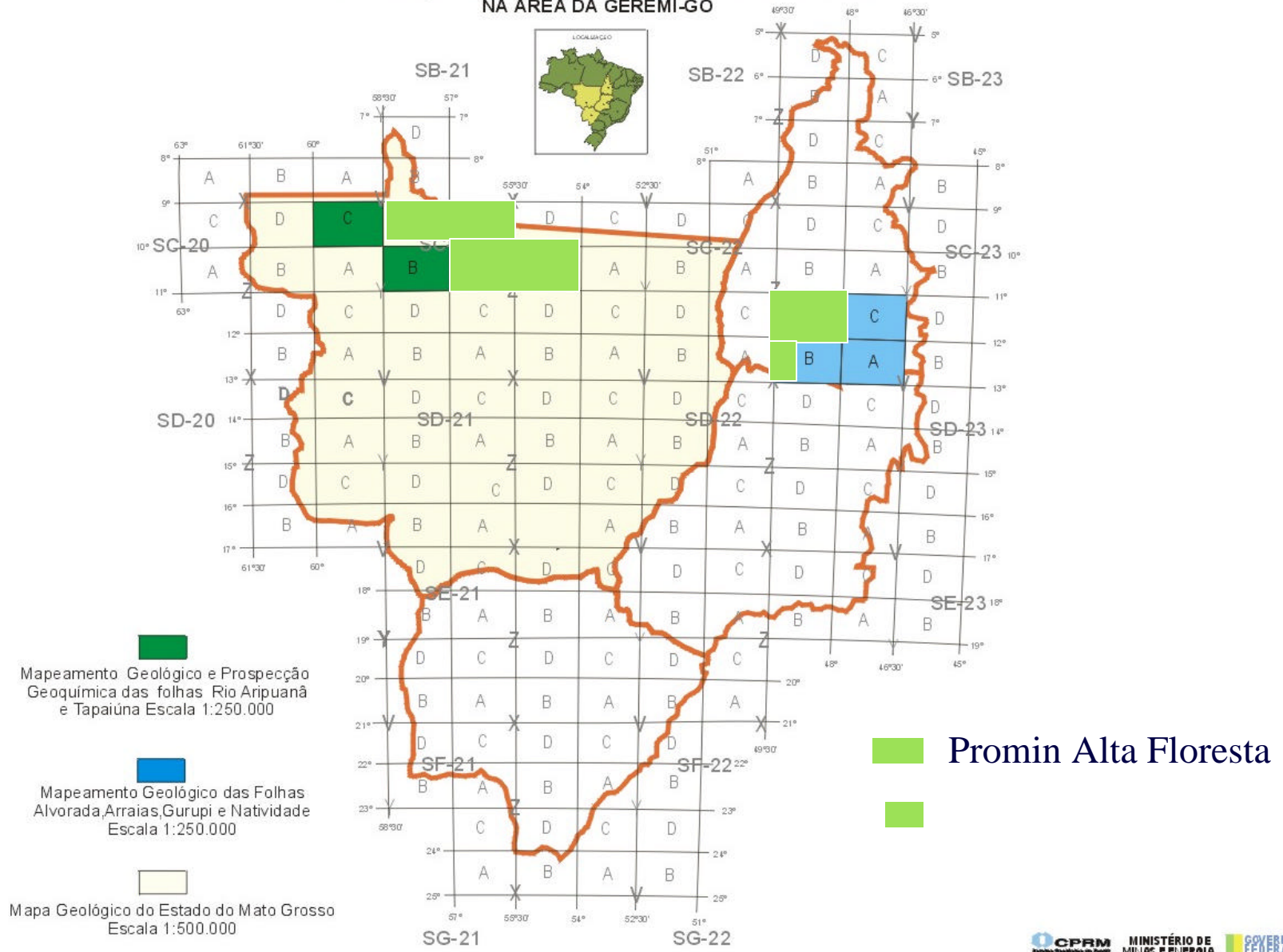
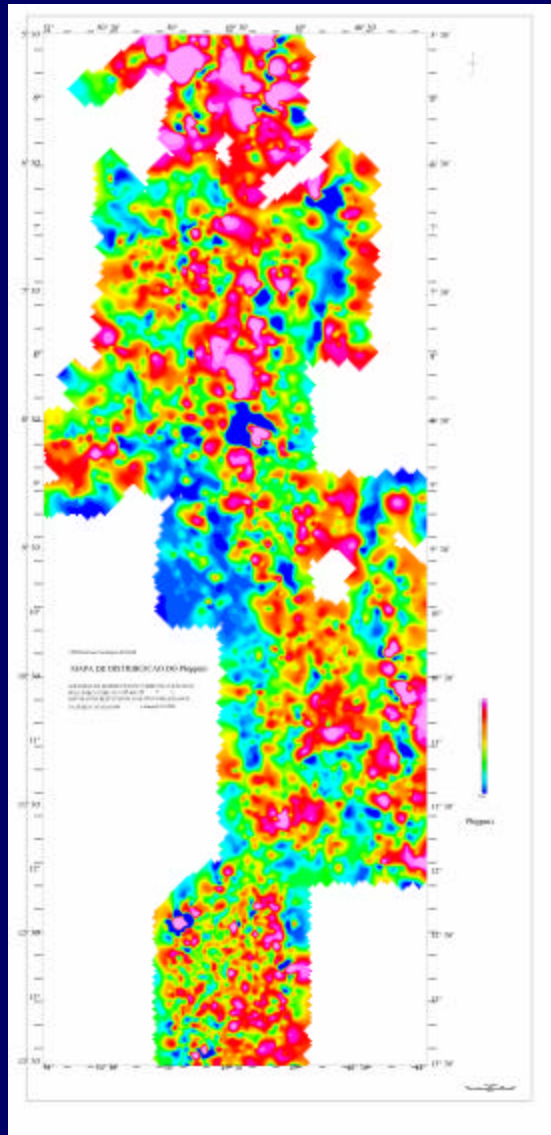


Figura 4





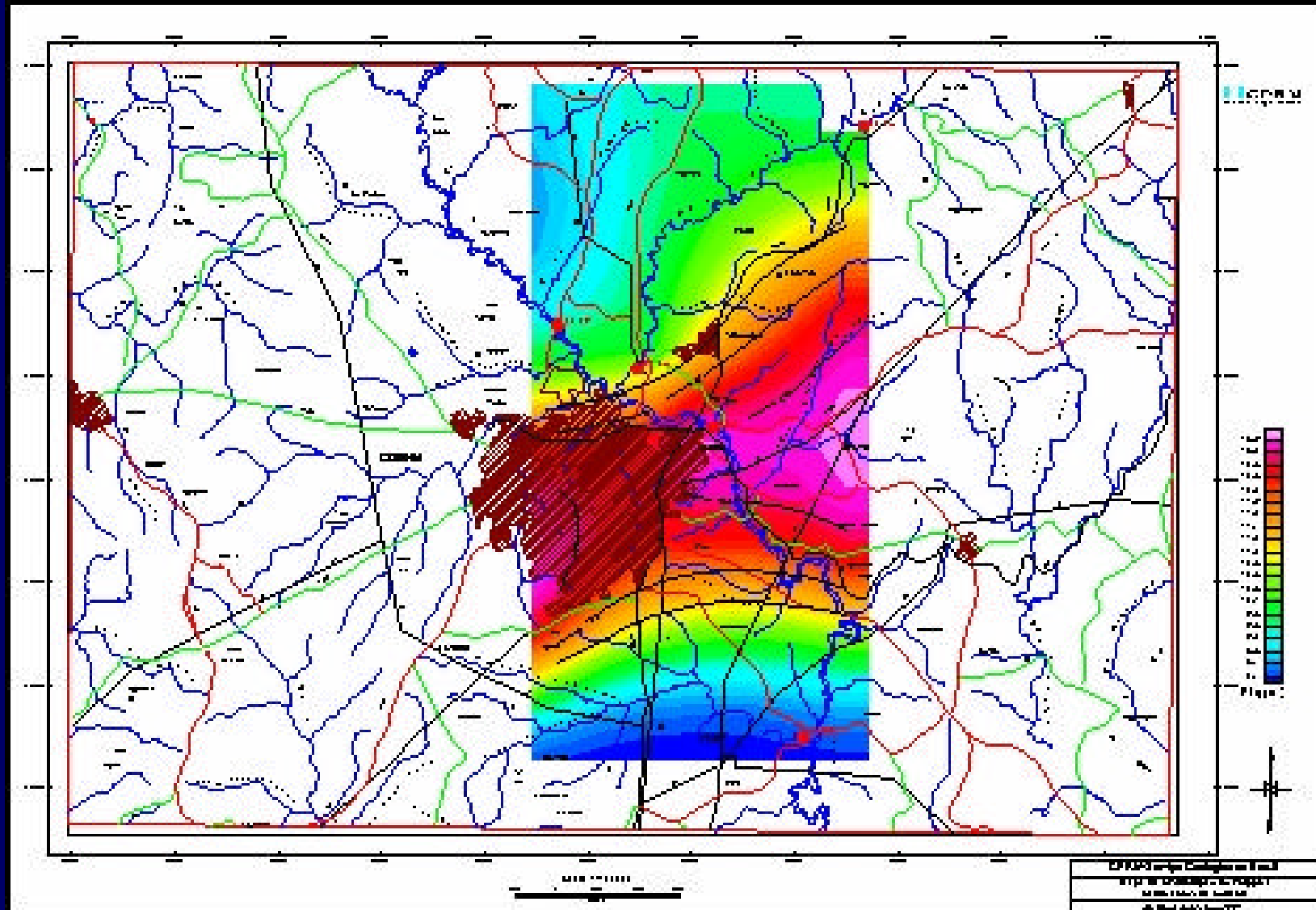
CPRM

Serviço Geológico do Brasil

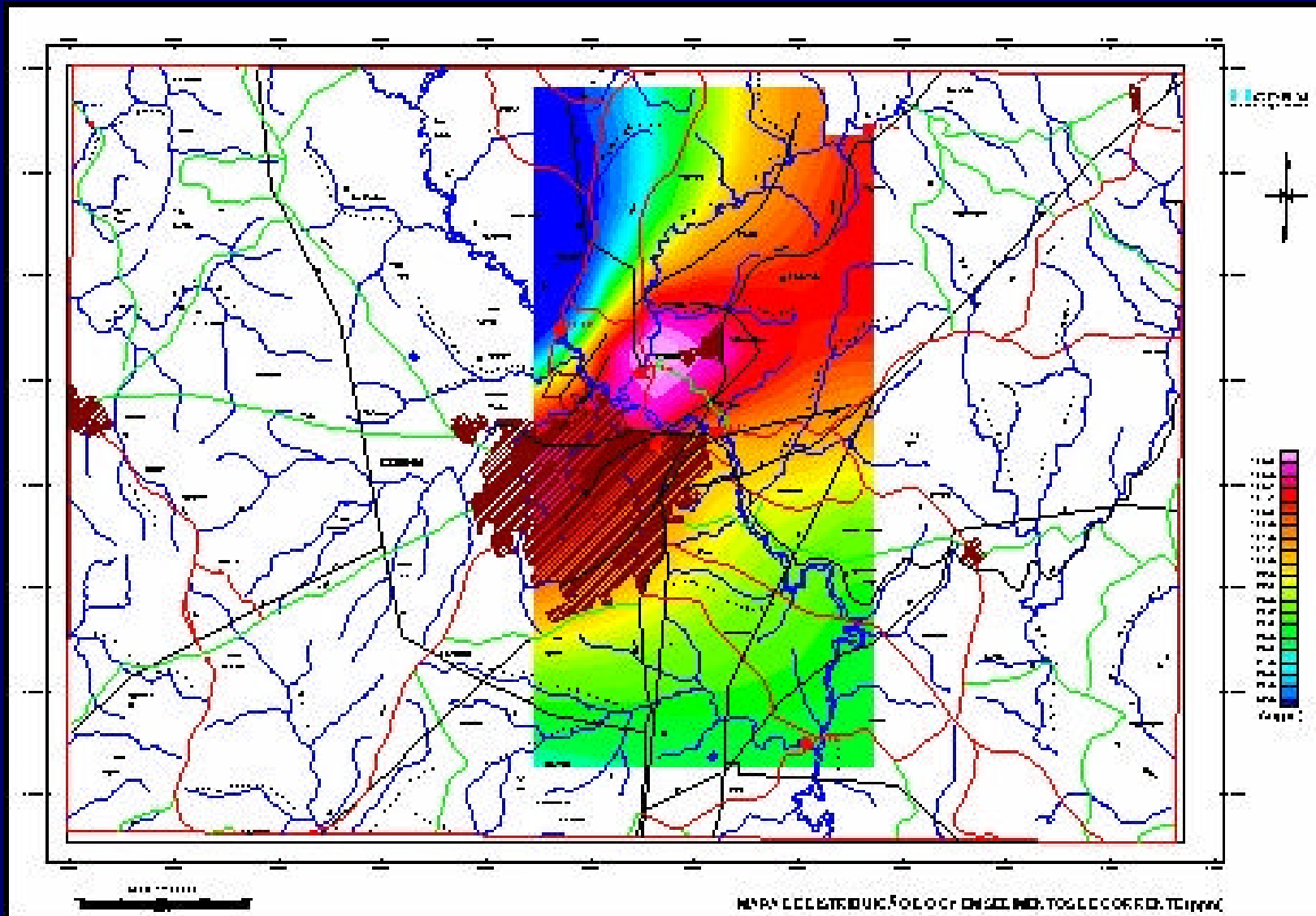
Geoquímica Ambiental e Saúde-
Análise da Contaminação
antrópica ou natural por metais
e elementos traços nas bacias
hidrográficas do entorno de
Goiânia-Go e sua relação com a
imunidade dos habitantes na
área de influência direta

Orientador : Eric Santos Araujo(CPRM) Mestranda: Yara Marques(UCG)

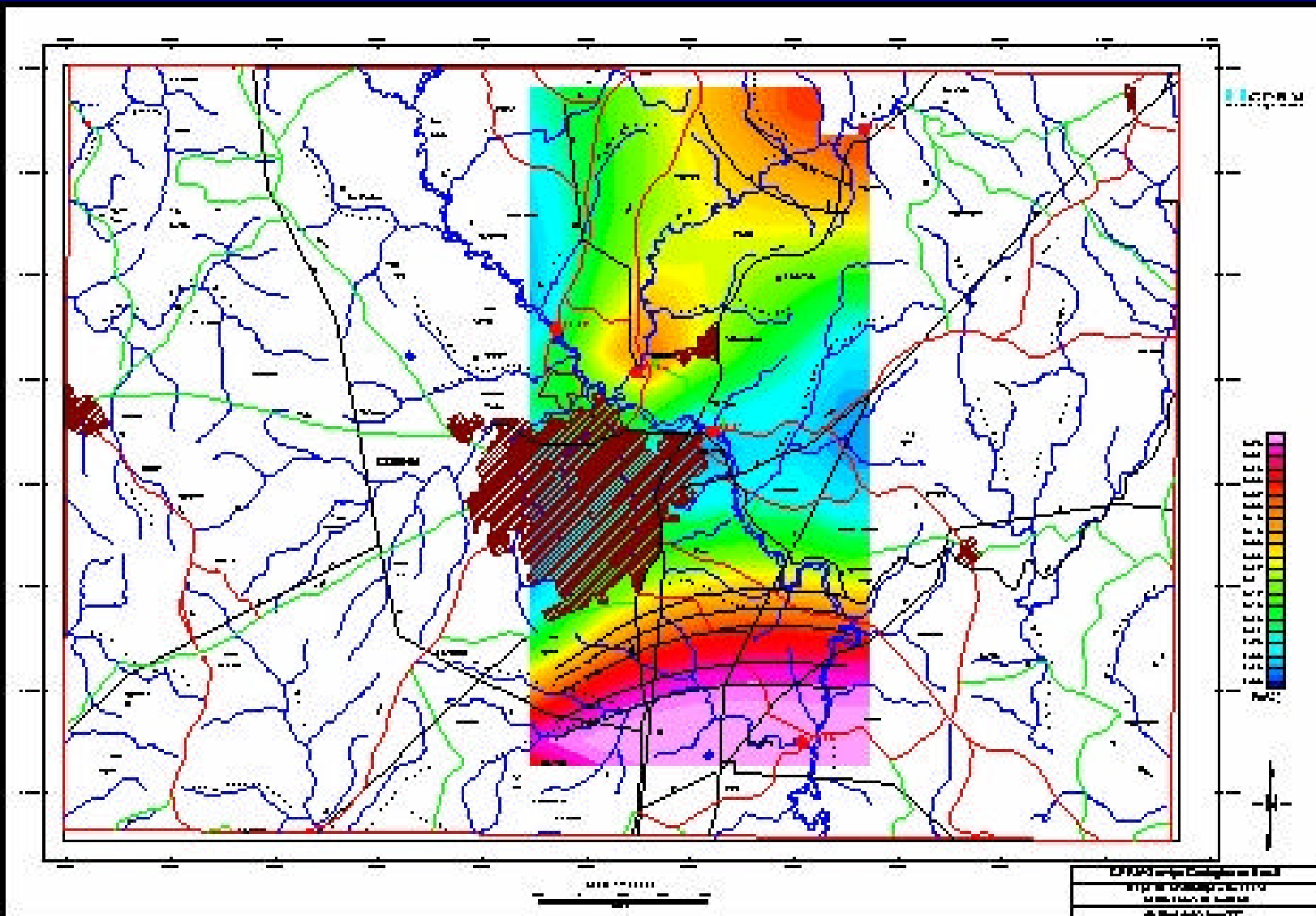
UCG/UCB/Lions



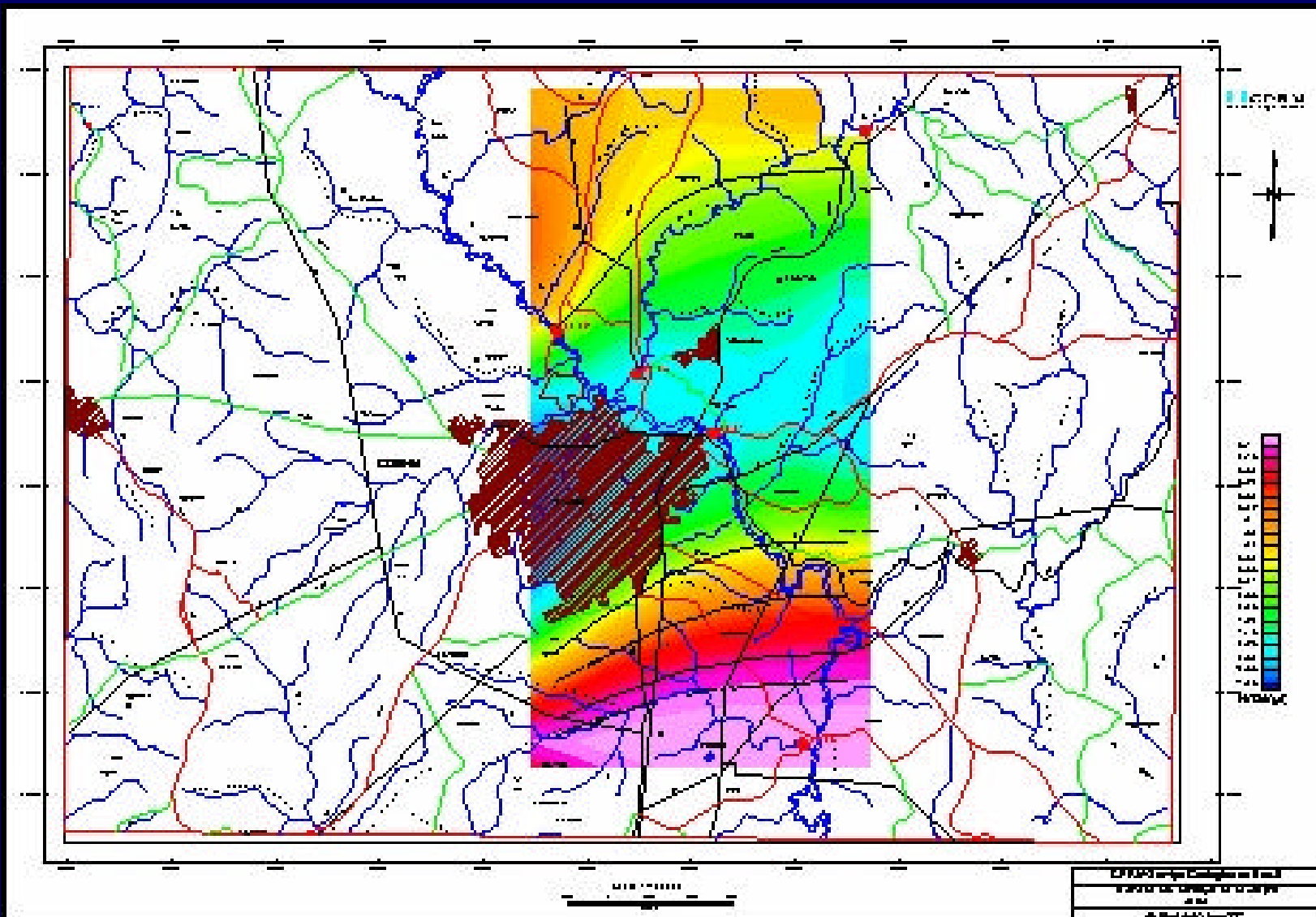
Chumbo em sedimentos de corrente



Cromo em sedimentos de corrente

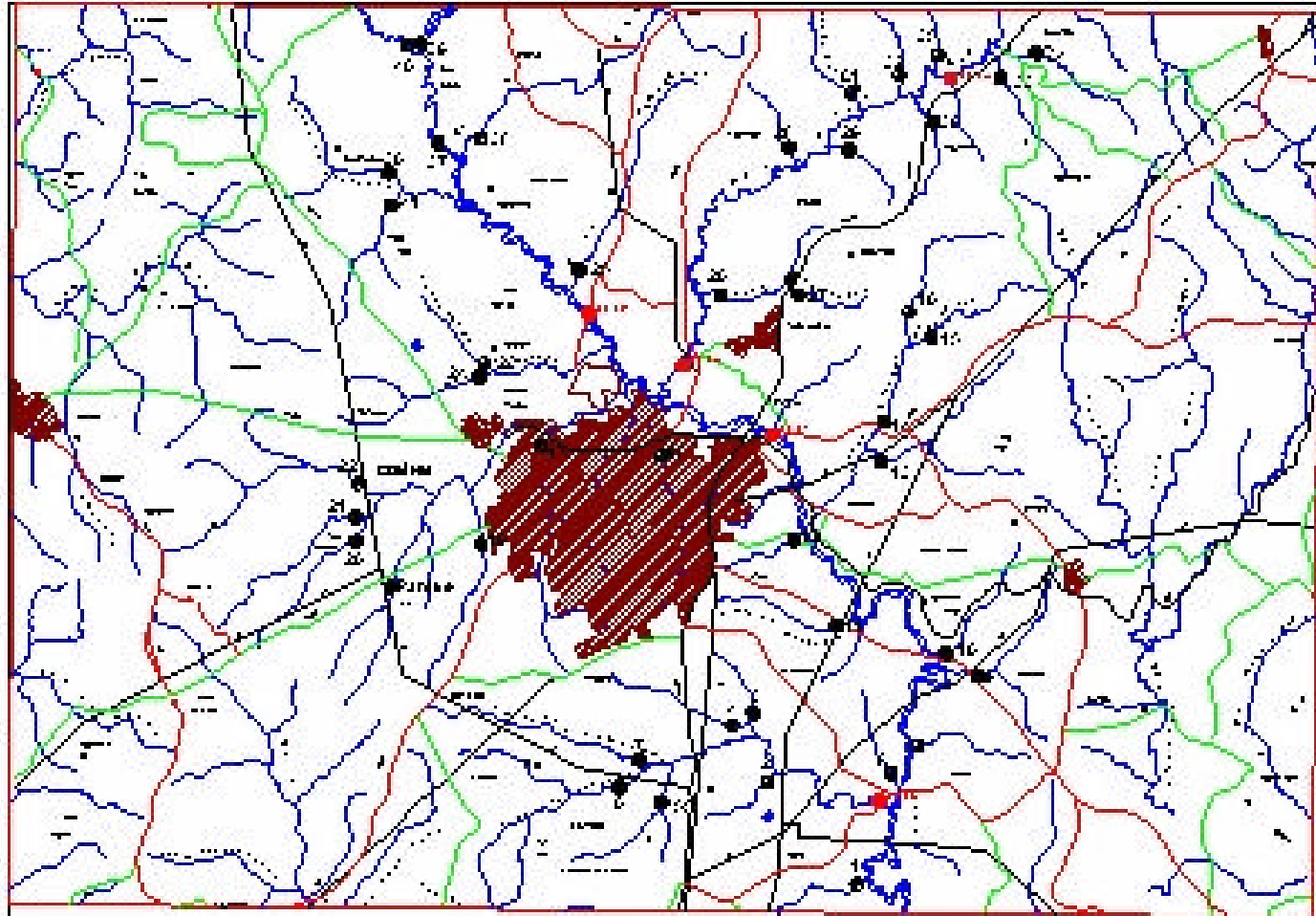


Ferro em sedimentos de corrente



Nitrato em amostras de água

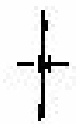
PROGRAMA DE POLICIA DE TRÁFICO DE DROGAS - DADOS LOCALIZADOS POR TE



LEGENDA

● ALTO NÍVEL DE TRÁFICO

● BAIXO NÍVEL DE TRÁFICO



1:100.000

Elaborado por: [illegible]
Data: [illegible]
[illegible]

Superintendência de PA



ÁREAS-PROBLEMAS

MINEIRA

INDUSTRIAL

AGRO-INDUSTRIAL

COSTEIRAS (MANGUES)

RADIOMÉTRICA

Contaminação Mineira

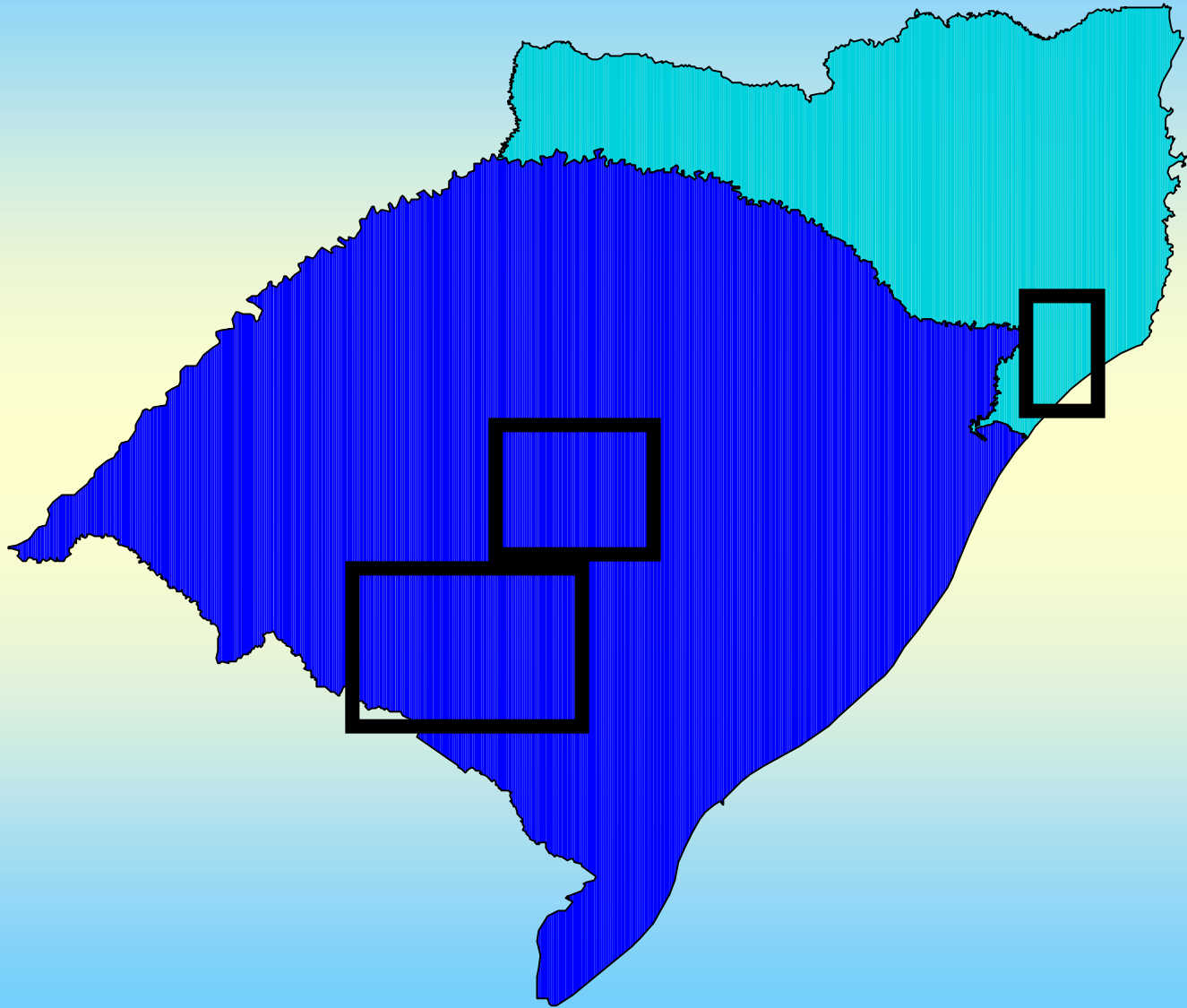
Mineração de Fluorita

Mineração de Carvão

Minas de Cobre com Pb

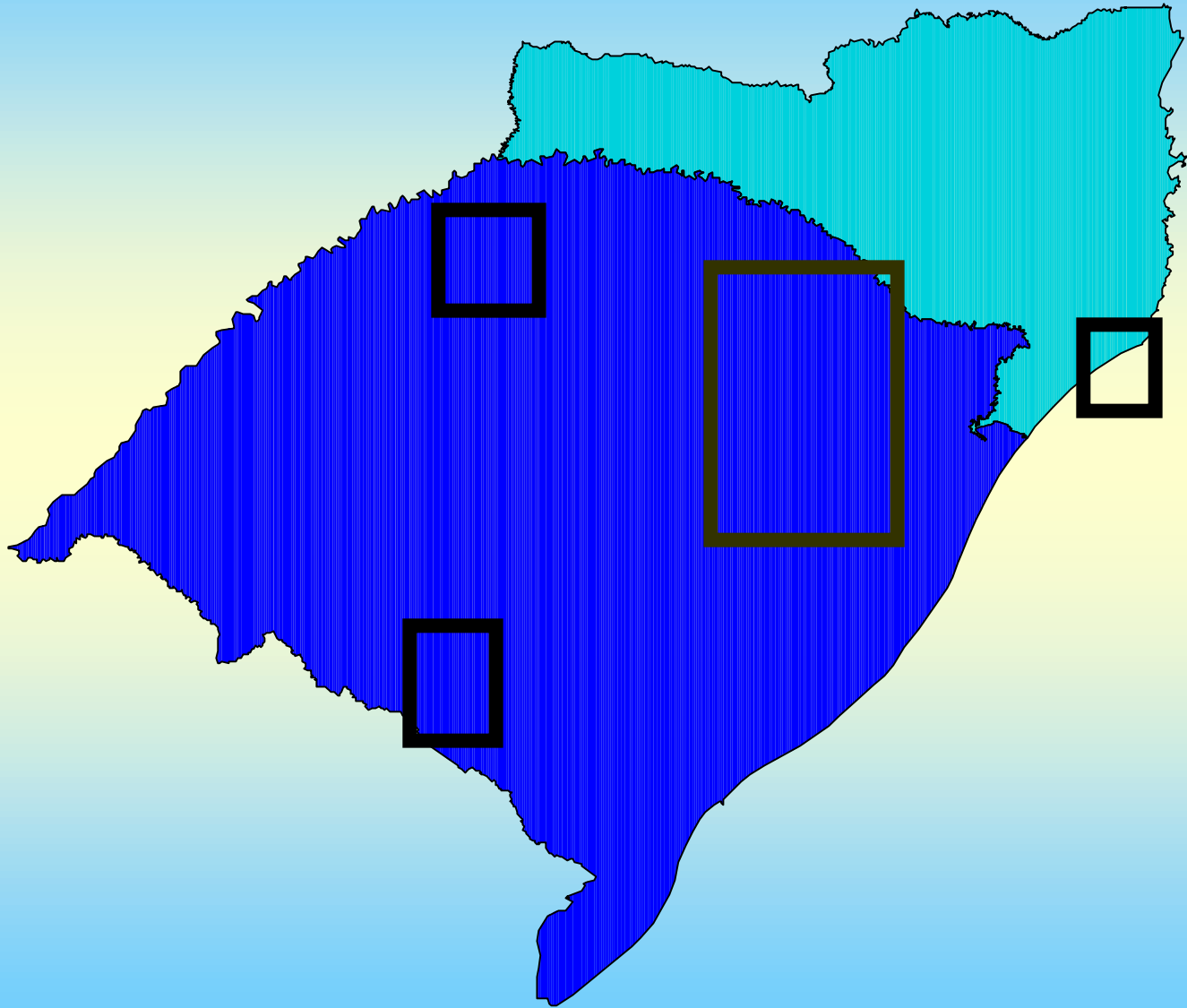
Zn

Hg garimpos de ouro



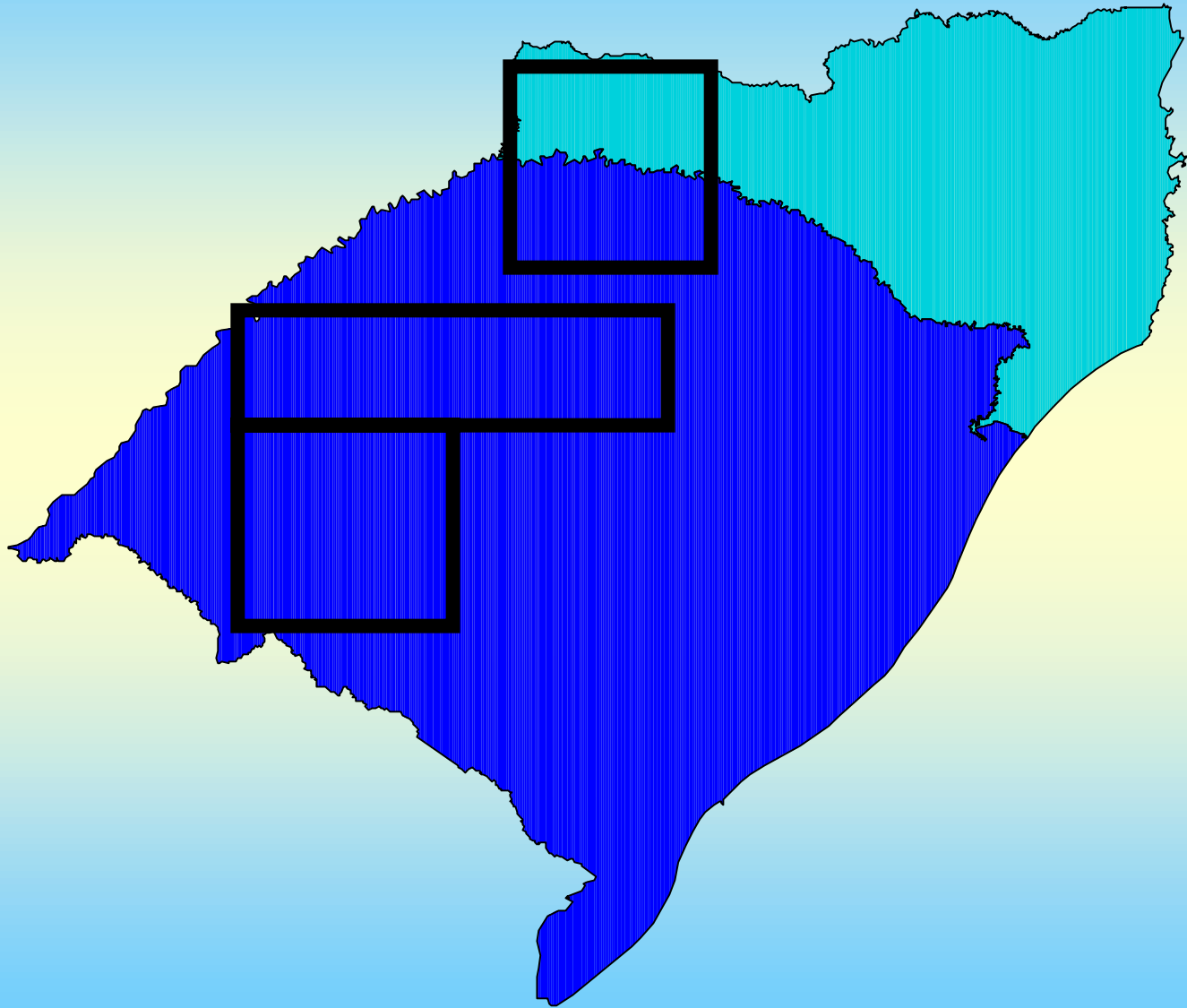
CONTAMINAÇÃO INDUSTRIAL

TERMOELÉTRICAS A CARVÃO
REFINARIAS e PÓLO PETRO
REJEITOS CALÇADISTA
CURTUMES
PÓLOS METAL-MECÂNICO
LIXOS DIVERSOS
PRÓ-GUAÍBA



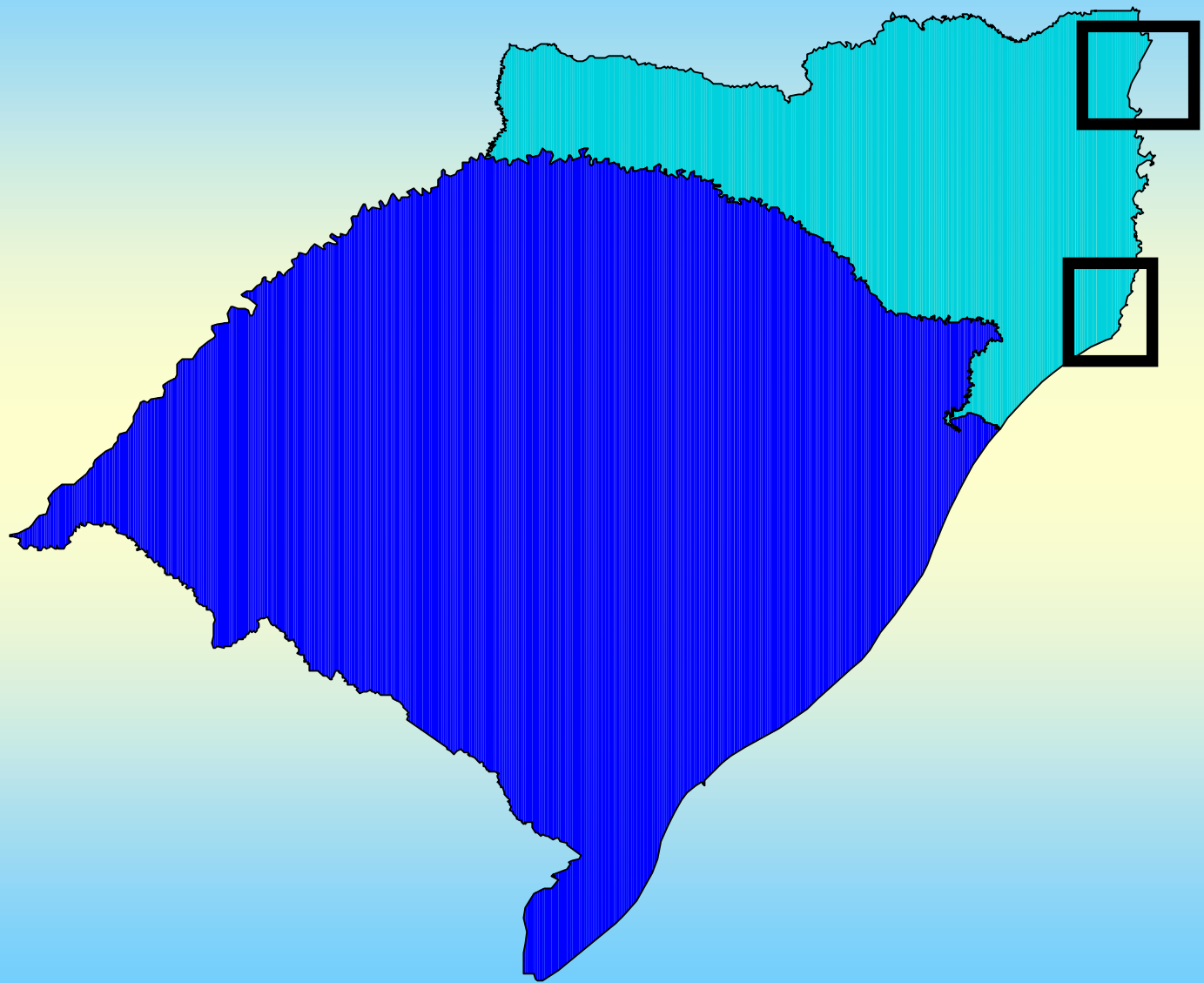
CONTAMINAÇÃO AGROINDUSTRIAL

PÓLOS SUÍNOS (NITRATOS)
AGROTÓXICOS , ADUBOS E
CORRETIVOS EM
PLANTAÇÕES



CONTAMINAÇÕES COSTEIRAS

MANGUEZAIS DELTAICOS



CONTAMINAÇÕES RADIOATIVAS

NEW YORK, NY
NOV-3'92
NY

PERMETER
6861570

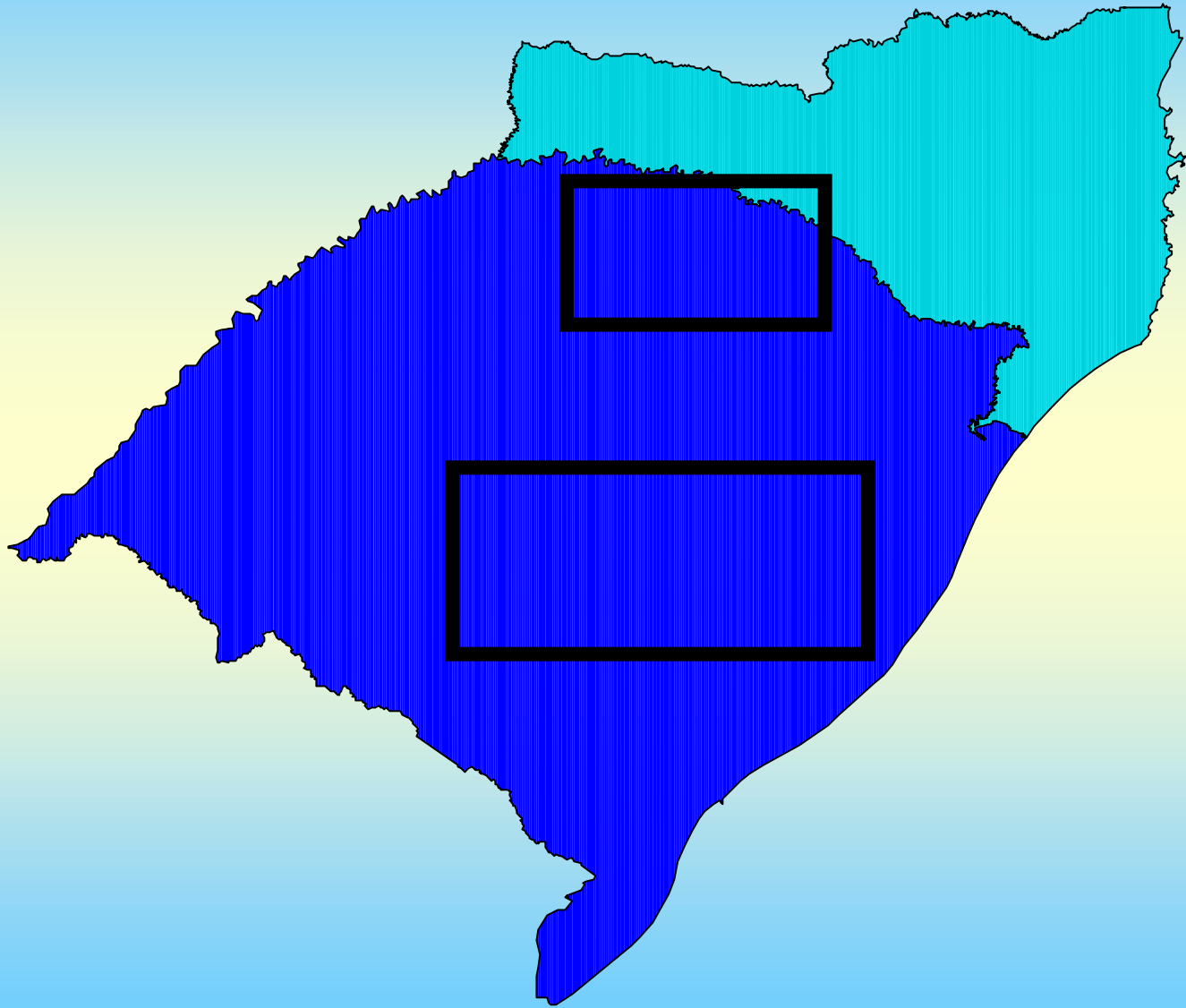
U.S. POSTAGE
0.66

NEW YORK, NY 101
PM
3 NOV
1992

NEW YORK, NY
NOV-3'92
NY

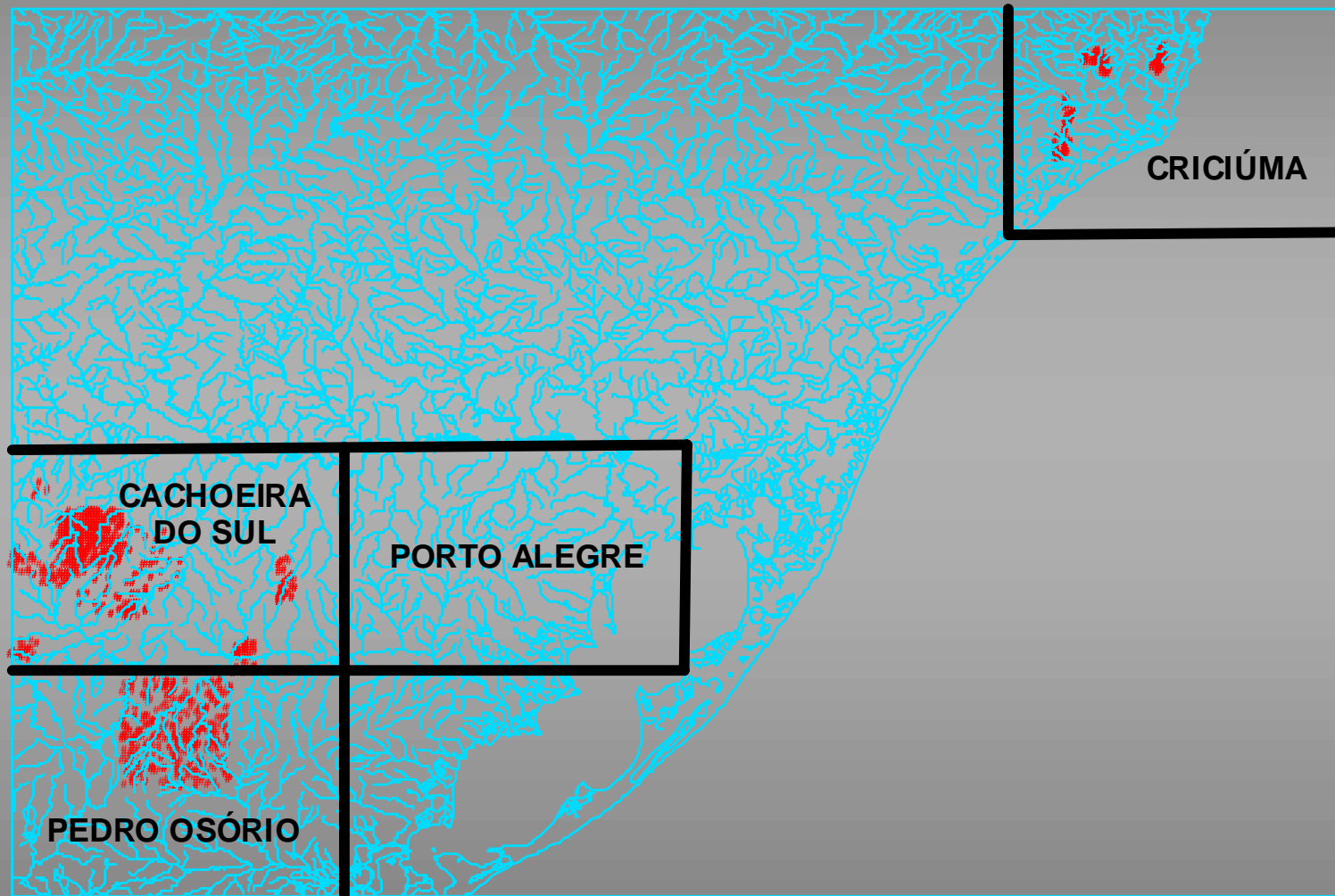
RADON ACTION WEEK
PROTECT YOUR FAMILY
TEST YOUR HOME

6861320



FOLHA SH.22 - PORTO ALEGRE

1 : 1.000.000



CONCLUSÕES

- 1 - Análise de amostras estocadas
- 2 - Atividades de campo
- 3 - Equipamentos
- 4 - Comunicação

JOSÉ ERASMO DE OLIVEIRA
Coordenador Regional de Geoquímica/SA

1. INTRODUÇÃO - PREMISSA

As diretrizes metodológicas que devem ser seguidas pelos projetos que integrarão o PGAGEM foram estabelecidas no Workshop de Geoquímica Ambiental na UNICAMP nos dias 30 e 31/outubro/2002.

As atividades e ações a serem desenvolvidas em todo o território brasileiro constam no SUMÁRIO EXECUTIVO DA CPRM e foram encaminhadas, também, em maio/2003 ao Governo Federal através do PPA-GEOLOGIA MÉDICA.

2. FINALIDADE, OBJETIVOS E METAS

O PGAGEM caracteriza-se por ser um programa multiinstitucional, interdisciplinar, e os seus resultados com multiusos.

Dentre as várias aplicações a principal é fornecer subsídios à saúde pública e à prospecção de prováveis jazidas minerais, através da análise das amostras de materiais geodisponíveis/biodisponíveis, para a detecção dos elementos que são essenciais ou prejudiciais a ingestão humana ou animal.

Face ao cenário restrito da situação financeira da empresa, tempo exíguo para formação de equipes multidisciplinares, busca de parcerias a curto prazo, a existência de dois Brasis, em termos de quantidade e qualidade da água e, principalmente, pela sua grande diversidade e complexidade, sugerimos a divisão do PGAGEM em duas etapas, compreendendo:

- **A primeira – 01/PGAGEM (Etapa do Conhecimento)**

Com duração de 18 meses, visa a integração nacional através de Cartas Geoquímicas/Hidrogeoquímicas na escala 1:2.500.000, definindo-se províncias geoquímicas, limites de grandes distritos metalogenéticos, monitorar o meio ambiente e prognosticar danos ambientais potenciais.

- **A segunda – 02/PGAGEM (Etapa das Soluções)**

Com término previsto para 2007 (PPA-GEOLOGIA MÉDICA), objetiva a remediação ambiental e políticas públicas relacionadas ao impacto da mineração no meio ambiente e saúde humana, áreas degradadas, etc.

3. METODOLOGIA

O modelo metodológico do PGAGEM (**premissa**) é baseado nas padronizações recomendadas pelo Mapeamento Geoquímico Internacional IGCP-259, APA, OMS e outras organizações; com a coleta de amostras de sedimento de fundo, *floodplain sediment* e, complementarmente, a amostragem de água e outros meios.

Segundo Darnley (1993) as amostras de *floodplain sediment*, *overbank sediment*, solos residuais e água estão diretamente relacionadas a problemas ambientais, enquanto que as amostras de sedimento de corrente representam o meio de amostragem ideal para levantamentos geoquímicos regionais, enfocando a exploração mineral. A amostragem de água do manancial que abastece a sede de cada município permite, rapidamente, a intervenção médica preventiva ou corretiva (FRIZZO). Assim, poderíamos submeter à apreciação metas diferenciadas para cada etapa do PGAGEM:

3.1. 01/PGAGEM

A ser realizado de modo integrado sistemático e homogêneo (amostragem, análises, etc) em todo o território nacional.

- Amostragem em uma mesma estação ou próximas exceto para água*

- *Floodplain sediment* (1000 a 6000) km² ou
- *Overbank sediment* (100 a 1000) km²
- Sedimento de fundo (100 a 6000) km²
- Solo/regolito (A₂₅ – 5 a 25cm superiores)
- * Água do manancial na sede município (potabilidade)

As amostras devem ser secadas ao ar livre ou a uma temperatura máxima de 40°C, visando minimizar a perda de elementos voláteis, utilizar equipamentos/materiais de plástico/polietileno, nylon ou outros materiais considerados não contaminantes. Na fase de pulverização é recomendável substituir os discos de aço, normalmente usados, por de porcelana.

- Análises

Conforme a orientação do IGCP-259 é recomendável a análise de um conjunto de 46 elementos "essenciais" (Darnley 1991), á saber: Sr, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Ti, P, Mn, F, Ba, Sr, S, Zr, V, Cl, Cr, Ni, Rb, Zn, Cu, La, Y, Eu, Co, Sc, Nb, Li, Pb, B, Th, U, Sn, Be, As, Mo, W, Sb, Cd, Hg, Se, Br, Te, Au e Pt. É premissa do PGAGEM a leitura dos parâmetros físico-químicos de água, mesmo que a amostra não seja coletada. No semi-árido e árido nordestino é necessário determinar-se a potabilidade da água.

3.2. 02/PGAGEM

Visa mapear em termos regionais, semi-regionais e detalhe (*follow-up ou follow-in*) áreas selecionadas na etapa anterior (01/PGAGEM) e/ou outras áreas consideradas de interesse à remediação ambiental e políticas públicas. As amostras de sedimento de corrente e/ou outros materiais deverão ser coletados em bacias que não excedam a 100 km². As metodologias de amostragem, análise, avaliação e interpretação de dados devem contar com apoio de especialistas para resolver problemas específicos.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS – CONFIABILIDADE DOS MAPAS GEOQUÍMICOS/HIDRO-GEOQUÍMICOS (1:2.500.000)

A confiabilidade de um mapa na escala 1:2.500.000, torna-se significativa quando pode-se dispor de pelo menos 01 (uma) informação por polegada quadrada em mapa. Assim, 1 amostra de *floodplain sediment*/4.000 km², atende plenamente aos requisitos de confiabilidade das informações geo-químicas/hidrogeoquímicas a serem cartografadas. Se considerarmos ainda que teremos 02 (duas) informações/área de drenagem (*floodplain sediment* e sedimento de fundo) ou *overbank sediment* e sedimento de fundo em uma mesma estação de amostragem; além de duas outras pontuais (solo/regolito e potabilidade da água), certamente poderemos assegurar graus de confiabilidade satisfatória mesmo em regiões invias da Região Amazônica.

A escala de mapas geoquímicos/hidrogeoquímicos integrados em escala 1:2.500.000 é considerada ideal por dispormos de mapas geológicos e de ocorrências minerais cadastradas, com banco de dados acoplados e consistidos recentemente através do Projeto Gis Brasil.

Os mapas regionais, por unidade operacional da CPRM, podem ser elaborados na escala 1:1.000.000. Eles estão sendo atualizados e consistidos atualmente pelo Projeto Gis Brasil ao Milionésimo (Projeto Gis Brasil-Geoquímica 1:1.000.000).

| WORKSHOP DE GEOQUÍMICA AMBIENTAL UNICAMP 30 e 31/10/02 | | PROJETOS EXECUTADOS | | SUREG/SA JOSÉ ERASMO OLIVEIRA |
|--|---|---|--|---|
| PREMISSAS PARA O PGAGEM | | PROJETO PILOTO MAPA GEOQUÍMICO INTERNACIONAL-MGI | PROJETO RIO DE JANEIRO-RJ | |
| INTRODUÇÃO | AS DIRETRIZES METODOLÓGICAS QUE DEVERÃO SER SEGUIDAS PELOS PROJETOS QUE INTEGRARÃO O PGAGEM FORAM ESTABELECIDAS NO WORKSHOP DE GEOQUÍMICA AMBIENTAL NA UNICAMP, NOS DIAS 30 E 31/10/2002. AS AÇÕES E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS EM TODO O TERRITÓRIO BRASILEIRO, CONSTAM NO SUMÁRIO EXECUTIVO DA CPRM E FORAM, ENCAMINHADAS TAMBÉM, EM MAIO/2003 AO GOVERNO FEDERAL ATRAVÉS DA PPA NO FEDERAL ATRAVÉS DA PPA - GEOLOGIA MÉDICA. | FUNDAMENTA-SE EM QUE AS BASES DE DADOS SÃO INCONSISTENTES E NECESSITAM DE UMA DOCUMENTAÇÃO ADEQUADA PARA PLANEJAMENTO DE AÇÕES GOVERNAMENTAIS. PARA O PROJETO PILOTO FOI SELECIONADA UMA ÁREA DE 650.000km ² NO NE DO BRASIL, PREDOMINANTEMENTE SOB CLIMA SEMI-ÁRIDO, E TEVE COMO FINALIDADE CONTRIBUIR PARA A ELABORAÇÃO DA CARTA GEOQUÍMICA DO MUNDO. | CARACTERIZA O RIO DE JANEIRO COMO UMA ÁREA COM TOTAL DESCONHECIMENTO DA PAISAGEM GEOQUÍMICA, COM NECESSIDADE DE OTIMIZAR OS RECURSOS DESTINADOS A PESQUISA MINERAL E AMBIENTAL. | FAZ SOBRESSAIR A PREDOMINÂNCIA DO CLIMA SEMI-ÁRIDO E ÁRIDO COM CONSEQUÊNCIAS DE ORDEM ECONÔMICA E SOCIAL. |
| FINALIDADE, OBJETIVO E META | O PGAGEM CARACTERIZA-SE POR SER UM PROGRAMA MULTINSTITUCIONAL, INTERDISCIPLINAR E OS SEUS RESULTADOS COM MULTISSIMOS. DENTRE AS VÁRIAS APLICAÇÕES, A PRINCIPAL É FORNECER SUBSÍDIOS PARA A SAÚDE PÚBLICA E DE PROSPECÇÃO DE PROVÁVEIS JAZIDAS MINERAIS, ATRAVÉS DA ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE MATERIAIS DIVERSOS PARA A DETECÇÃO DOS ELEMENTOS QUE SÃO ESSENCIAIS E/OU PREJUDICIAIS À INGESTÃO HUMANA E ANIMAL. | ENTRE AS PRINCIPAIS FINALIDADES DO PROJETO PILOTO DESTACAM-SE: - CRIAR UMA BASE DE DADOS MULTIDISCIPLINARES E SUPRACIONAIS; - PROMOVER UMA ESTRUTURA PARA ADOÇÃO DE MÉTODOS PADRONIZADOS E MATERIAIS REFERENCIAIS BASE PARA INVESTIGAÇÕES REGIONAIS OU MAIS DETALHADAS; E - TENTAR RESOLVER PROBLEMAS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS RELACIONADOS A SAÚDE HUMANA E ANIMAL | | O PGAGEM NA SUREG/SA FOI DIVIDIDO EM 02 ETAPAS: 01/PGAGEM/SA VISA DEFINIR PROVÍNCIAS GEOQUÍMICAS EM UMA PAISAGEM REGIONAL (BA-SE), DE MODO SISTEMÁTICO E HOMOGENEO (18 MESES). 02/PGAGEM/SA OBJETIVA A REMEDIAÇÃO AMBIENTAL E POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS AO IMPACTO DE MINERAÇÃO AO MEIO AMBIENTE E SAÚDE HUMANA, ÁREAS DEGRADADAS, ETC.(24 MESES). |
| METODOLOGIA | O MODELO METODOLÓGICO É BASEADO NAS PADRONIZAÇÕES RECOMENDADAS PELO MAPEAMENTO GEOQUÍMICO INTERNACIONAL - IGCP 259, EPA, OMS E OUTRAS ORGANIZAÇÕES, CONSIDERANDO: - DENSIDADE DE AMOSTRAGEM CONFORME A PROPOSTA, COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTO DE FUNDO (COMPOSTA) E FLOODPLAIN SEDIMENT (5cm SUPERIORES) COMPLEMENTARMENTE SERÁ REALIZADA AMOSTRAGEM DE ÁGUA E OUTROS MEIOS. HAVERÁ A ESTOCAGEM DE ALÍQUOTAS - NAS ESTAÇÕES DE COLETA SERÃO TOMADAS AS MEDIDAS (COORDENADAS) COM GPS E PREENCHIDAS AS FICHAS DO SBG E TEM-SE-Á TOMAR MEDIDAS DA RADIOATIVIDADE COM GAMA-ESPECTRÔMETRO. - NO MOMENTO DA COLETA DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO, SERÃO MEDIDOS OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA, MESMO QUE A AMOSTRA DE ÁGUA NÃO SEJA COLHIDA. | O MODELO ESTABELECIDO COMO COMPONENTE ALEATÓRIO DE AMOSTRAGEM, OBEDECEU, DE UMA MANEIRA GERAL, AO SUGERIDO NO IGCP 259, ADAPTADAS AS CONDIÇÕES BRASILEIRAS DE PAISAGEM GEOQUÍMICA E LOGÍSTICA DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO. OS MATERIAIS DE AMOSTRAGEM FORAM: - <u>SEDIMENTO DE CORRENTE</u> (20 A 100 km ²) - <u>REGOLITO/SOLO</u> (A 25-5A 25cm DE PROFUNDIDADE) - <u>FLOODPLAIN SEDIMENT</u> (1000 A 6000 km ²) - <u>AMOSTRAS DE SOLO/REGOLITO E SEDIMENTO DE CORRENTE DA GRN</u> (Global Geochemical Reference Network). | PARA SE OBTER UMA BOA REPRESENTATIVIDADE DO LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO AO NÍVEL REGIONAL, FOI ESCOLHIDO OVERBANK E FLOODPLAIN SEDIMENT, COMO MEIOS DE AMOSTRAGEM PARA REPRESENTAR GRANDES BACIAS E SEDIMENTO DE CORRENTE E ÁGUA PARA BACIAS MENORES. OS MATERIAIS COLETADOS FORAM: - REGOLITO (A 25 NOS PRIMEIROS 23cm A PARTIR DA SUPERFÍCIE) - OVERBANK SEDIMENT - FLOODPLAIN SEDIMENT - SEDIMENTO DE CORRENTE - ÁGUA | UTILIZA AS RECOMENDAÇÕES DO IGCP-259 SEGUNDO DARNLEYN (1993), AS AMOSTRAS DE FLOODPLAIN SEDIMENT, OVERBANK SEDIMENT, SOLOS RESIDUAIS E ÁGUA ESTÃO DIRETAMENTE RELACIONADAS A PROBLEMAS AMBIENTAIS, ENQUANTO QUE AS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DE CORRENTE REPRESENTAM O MEIO DE AMOSTRAGEM IDEAL PARA LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS REGIONAIS, ENFOCANDO A EXPLORAÇÃO MINERAL; ASSIM O PGAGEM/SA DIVIDIDO EM 02 ETAPAS COMPREENDE: 01/PGAGEM - FLOODPLAIN SEDIMENT - OVERBANK SEDIMENT - SOLO/REGOLITO - ÁGUA + SEDIMENTO DE FUNDO + MATERIAL PARTICULADO 02/PGAGEM/SA - SEDIMENTO DE CORRENTE - SANGUE, URINA, CABELOS, DOSIMETRIA, PLUVIOMETRIA, PRODUTOS AGROPECUÁRIOS, ETC. |
| | NÃO SERÃO UTILIZADOS INSTRUMENTOS DE METAL E NÃO HAVERÁ PENEIRAMENTO IN SITU. AS AMOSTRAS SERÃO SECAS A TEMPERATURA AMBIENTE, HOMOGENEIZADAS E PENEIRADAS EM MALHAS DE NYLON. | IDEM AO PGAGEM | | IDEM AO PGAGEM |
| METODOLOGIA | SERÁ ANALISADA A FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTO MENOR QUE 180um (80 mesh). COMPLEMENTARMENTE NOS MAPEAMENTOS DE ALTA DENSIDADE, DEVERÁ SER ANALISADA A FRAÇÃO MENOR QUE 63um DE INTERESSE A BIOGEOQUÍMICA E GEOLOGIA MÉDICA. AS AMOSTRAS EVENTUAIS DE ÁGUA SERÃO FILTRADAS IN SITU (0,45um) E ACONDICIONADAS, EM 2 FRASCOS (50ml) PARA CÁTIONS (ACIDIFICADA) E ANIÔNS (RESFRIADA). PARA AS ÁGUAS RECOMENDA-SE INCLUIR ELEMENTOS RADIOATIVOS. A AMOSTRAGEM DE SOLO DEVERÁ LEVAR EM CONTA METODOLOGIAS ATUALMENTE EM USO PELA EMBRAPA (A SER CONSULTADA). AS AMOSTRAS SERÃO ANALISADAS PARA COMPOSIÇÃO TOTAL EM FRX OU ICP-DES (ABERTURA COM ÁGUA RÉGIA OU OUTRA) PARA 46 ELEMENTOS OU COMPOSTOS. AS FRAÇÕES GEODISPONÍVEIS (BIODISPONÍVEIS) TAMBÉM SERÃO DETERMINADAS POR MÉTODOS PADRONIZADOS. | | | IDEM AO IGCP-259 (PULVERIZAÇÃO A 250 mesh) PARÂMETROS E MEDIDAS, TOMADAS NO CAMPO PARA ÁGUA HORIBA E TITULADOR DIGITAL HACH PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS ANIÔNS (REFRIGERADAS) E CÁTIONS (ACIDIFICADAS), Hg e PDC (CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO). OVERBANK, FLOODPLAIN SEDIMENTS, SOLOS/REGOLITOS: 51 ELEMENTOS MATERIAL PARTICULADO E SEDIMENTOS DE FUNDO: 36 ELEMENTOS POTABILIDADE: 26 ANÁLISES |

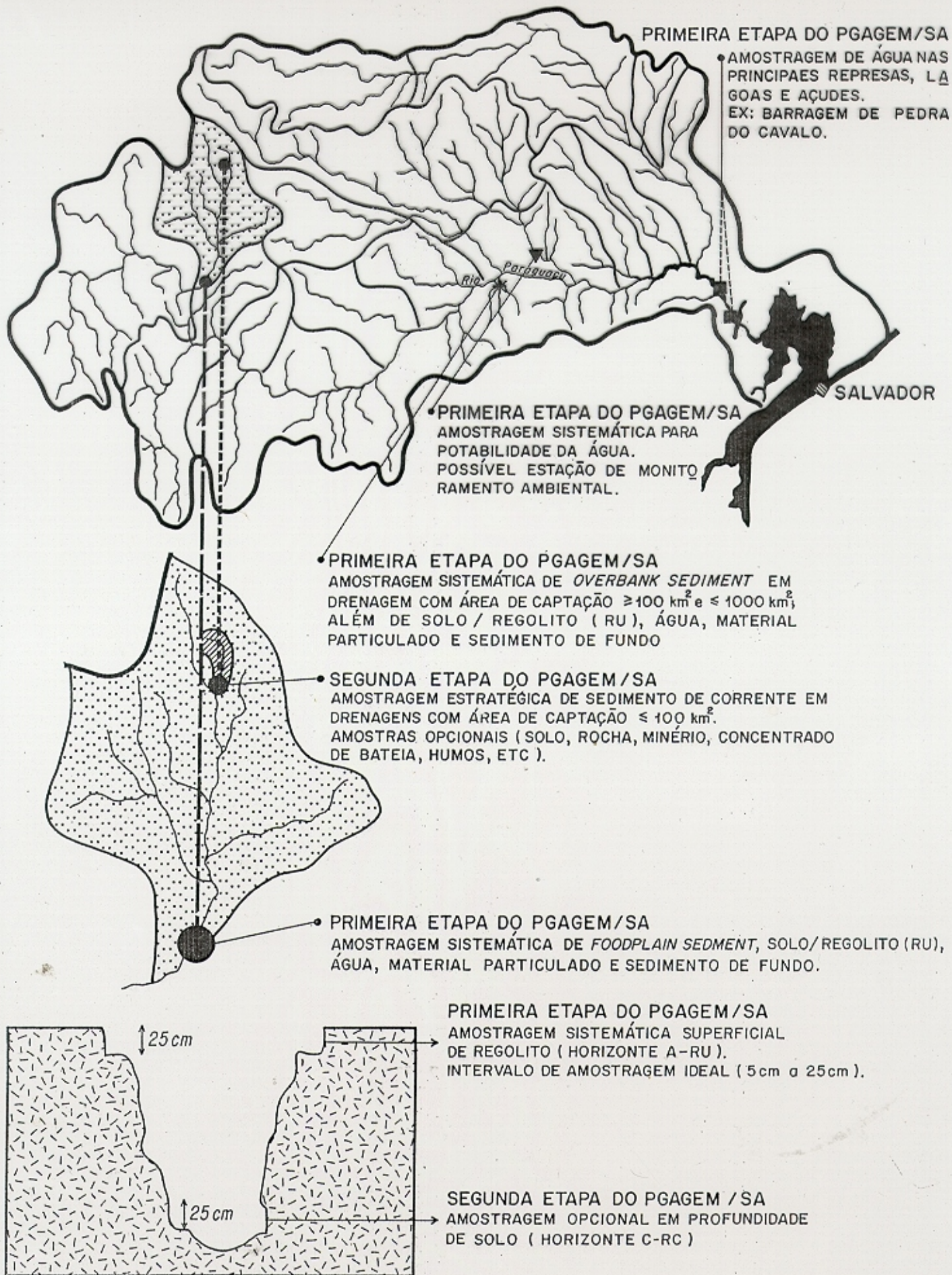


FIGURA 4 - ESBOÇO ESQUEMÁTICO PARA SÍTIOS DE AMOSTRAGEM DO PGAGEM/SA

PROJETO MOGI-GUAÇU / PARDO



Levantamento Geoquímico Multi Elementar
de Baixa Densidade das Bacias dos Rios
Mogi-Guaçu e Pardo / SP

Autor: Idio Lopes Jr

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

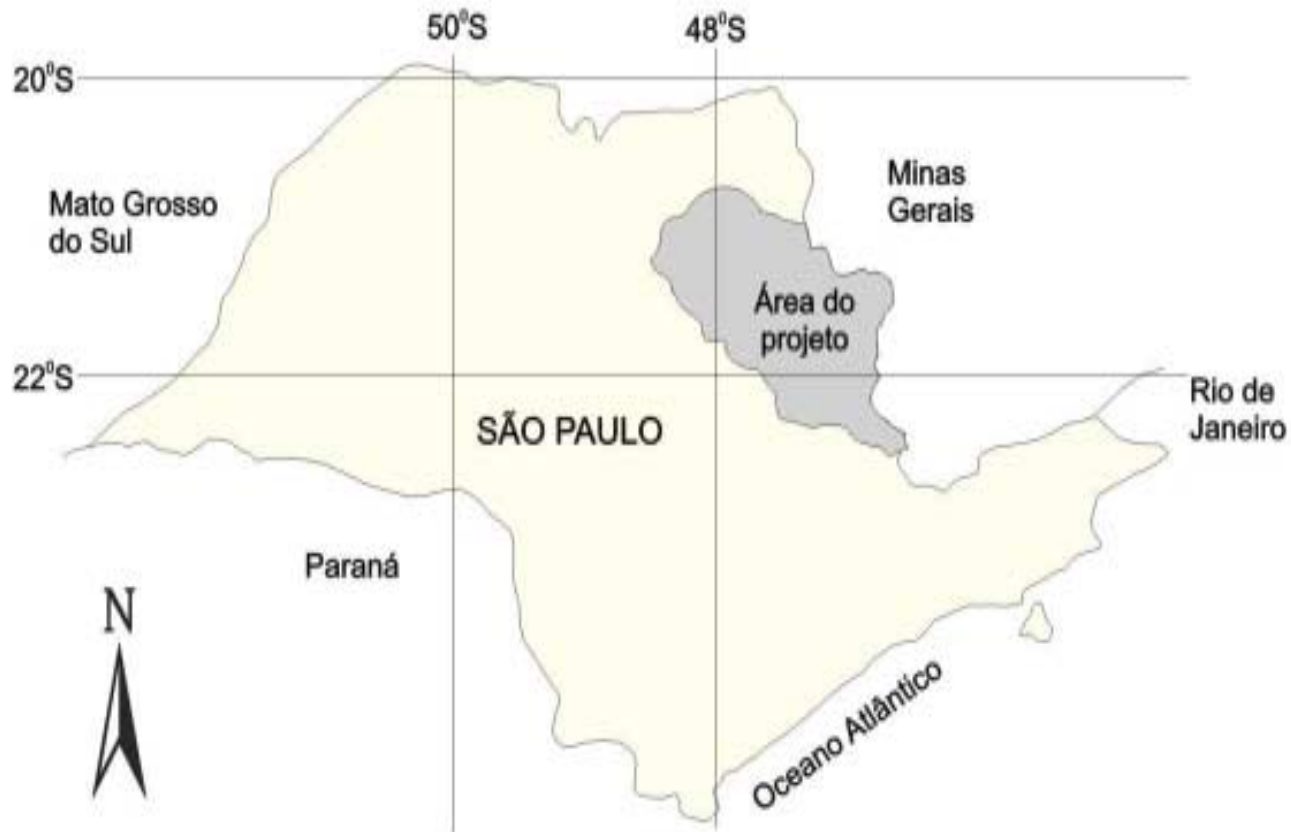


Figura 1 - Localização da área do projeto.

PLANEJAMENTO DAS ESTAÇÕES DE COLETA



- Foram planejadas 99 estações de coletas de sedimentos de corrente e águas fluviais.
- Ao serem planejadas, as sub-bacias, à montante das estações, iam sendo traçadas sobre uma base estável com o traçado da rede de drenagem na escala 1:250.000.
- As sub-bacias ficaram com tamanho médio de 210 km²

COLETAS DAS AMOSTRAS



- Equipe de coleta:
1 Tec. Mineração
2 Aux. de Campo

Coleta de sedimentos de corrente, com as mãos, no leito ativo de corrente (coleta composta).

Em primeiro plano o auxiliar de campo verifica o pH da água.

COLETAS DAS AMOSTRAS



Nos levantamentos geoquímicos de baixa densidade, as estações de coleta estão posicionadas em drenagens de grande porte.

Auxiliar de campo, com roupa especial de mergulho, verifica profundidade do local de coleta.

COLETAS DAS AMOSTRAS



Verificação da
profundidade do
local de coleta

COLETAS DAS AMOSTRAS



Nas coletas das águas fluviais as amostras eram filtradas (foto). As alíquotas (25 ml) que iriam ser analisadas por ICP eram levemente aciduladas com 10 gotas de ácido nítrico 1:1. As alíquotas (40 ml) para as análises cromatográficas eram mantidas resfriadas.

ANÁLISES QUÍMICAS



- As amostras de sedimentos de corrente, foram secadas, peneiradas a menos 80 mesh e pulverizadas a menos 150 mesh.
- Os seguintes elementos foram analisado por ICP-AES: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Sr, Ti, V, W, Y, Zn. Os elementos Ag, Au e Sb foram analisados por AA.
- Nas amostras de água, os seguintes cátions foram analisados por ICP-AES: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V, W, Zn. Os ânions analisados por Cromatografia foram: F, Cl, Br, NO₂, NO₃, PO₄, SO₄.
- Todas as preparações e análises das amostras foram realizadas no LAMIN-CPRM/RJ

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

- Análise Visual



- GEOQUANT

ENTCHR

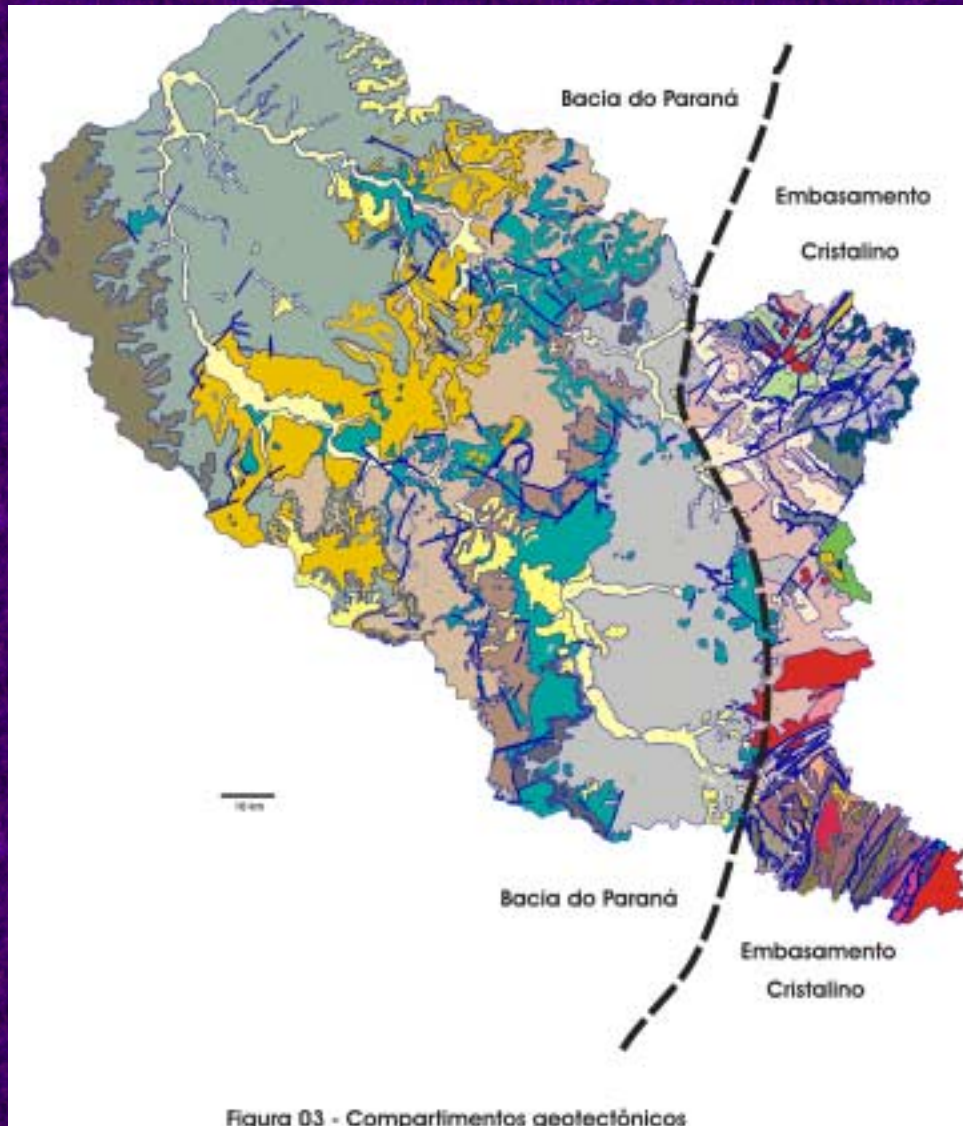
CHRBIN

SUMEST

PROB

CORREL

GEOLOGIA



O mapa litológico simplificado mostra as rochas vulcano-sedimentares paleozóicas da Bacia do Paraná e as rochas cristalinas do embasamento Pré-Cambriano.

GEOQUÍMICA AMBIENTAL

No livro “Applied Environmental Geochemistry”, editado por Iain Thornton em 1983, temos:

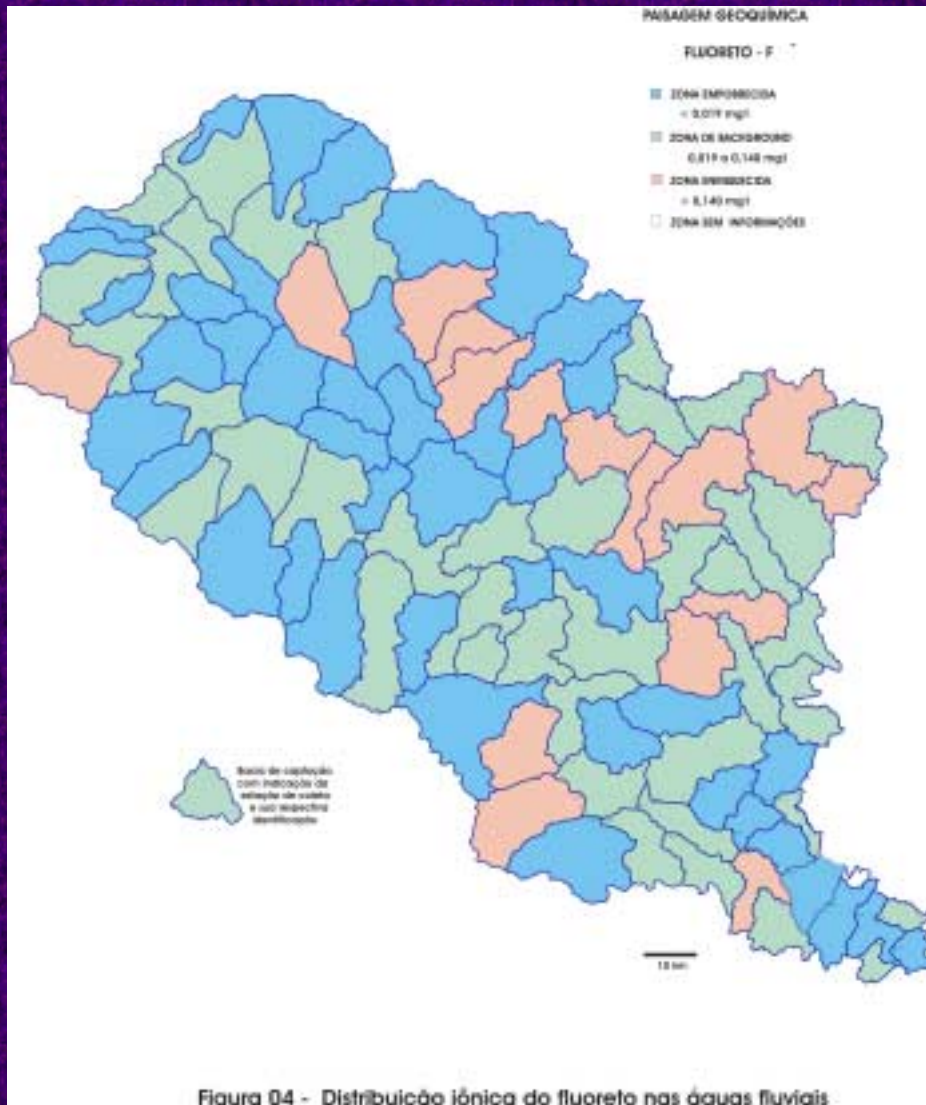
No Reino Vegetal, os elementos C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, e Na podem ser definidos como macronutrientes e Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl e Si como micronutrientes.

Para os animais os macronutrientes essenciais são C,H,O, Ca, N, P, S, K, Na, Cl, Mg e S e como micronutrientes essenciais os seguintes elementos traço: Cu, Co, I, Fe, Mn, Mo, Se, Zn, Ni, Si, Sn, V, As, e F.

Os elementos potencialmente tóxicos incluem: As, Al, B, Cd, Cu, F, Pb, Hg, Mo, Ni, Se e Zn.



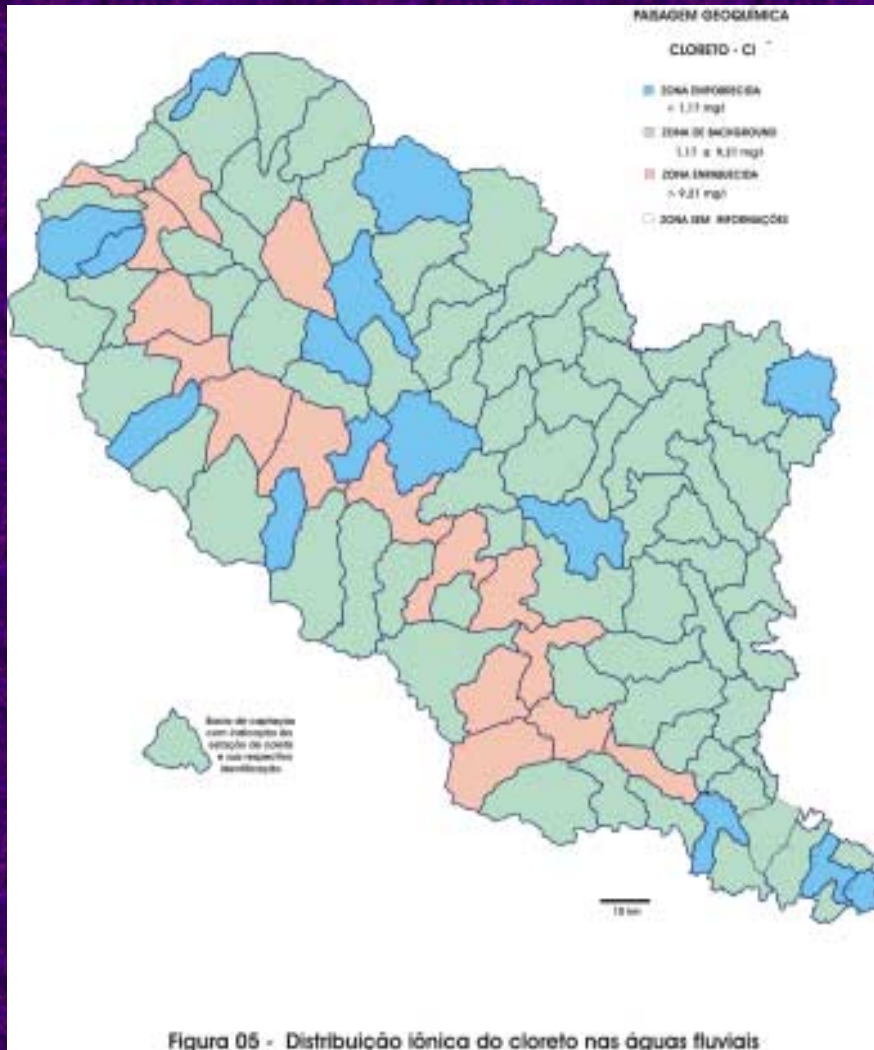
DISTRIBUIÇÃO DOS ÂNIONS NAS ÁGUAS FLUVIAIS



Paisagem Geoquímica do Flúor

As zonas enriquecidas tem suas origens em contaminações antrópicas. O flúor é um elemento que mostra uma estreita faixa de variação entre os níveis em que êle é essencial ou tóxico. Embora todos os resultados estejam bem abaixo da concentração de 1,4mg/l, estabelecida pelo CONAMA (acima desse valor o consumo prolongado pode provocar fluorose e osteoporose endêmica), não se pode garantir que num adensamento de amostragem as concentrações não subam para níveis nocivos. Por esta razão, este é um trabalho diagnóstico.

DISTRIBUIÇÃO DOS ÂNIONS NAS ÁGUAS FLUVIAIS



Paisagem Geoquímica do Cloro

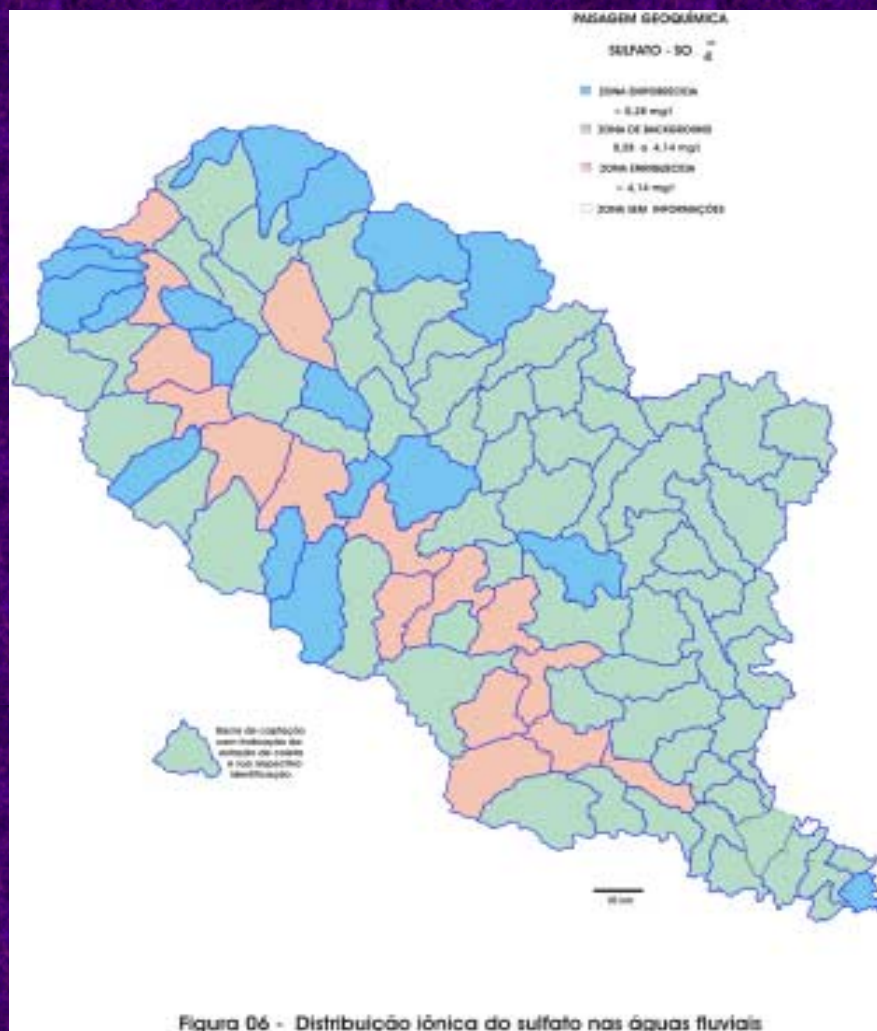
Mapeia o rio Mogi-Guaçu.

Contaminação antrópica.

Sub-Bacia que contém a cidade de Ribeirão Preto.

Abaixo do limiar do CONAMA (250 mg/l)

DISTRIBUIÇÃO DOS ÂNIONS NAS ÁGUAS FLUVIAIS



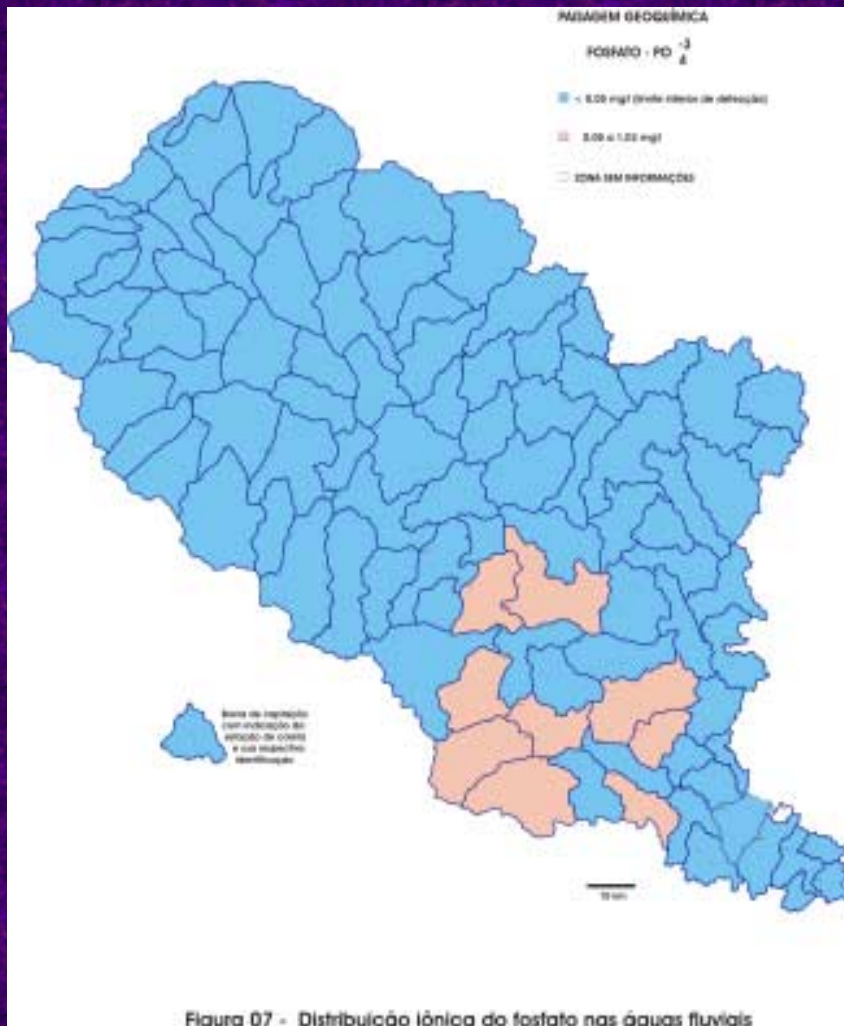
Paisagem Geoquímica do Sulfato

Semelhante ao cloreto.

Contaminação Antrópica.

Valores máximos inferiores ao limiar do CONAMA..

DISTRIBUIÇÃO DOS ÂNIONS NAS ÁGUAS FLUVIAIS



Paisagem Geoquímica do Fosfato

Em todas as bacias em que foi detectado apresentou concentrações acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA que é de 0,025 mg/l.

Origem de contaminações antrópicas: esgotos domésticos, dejetos de animais e fertilizantes, por exemplo.

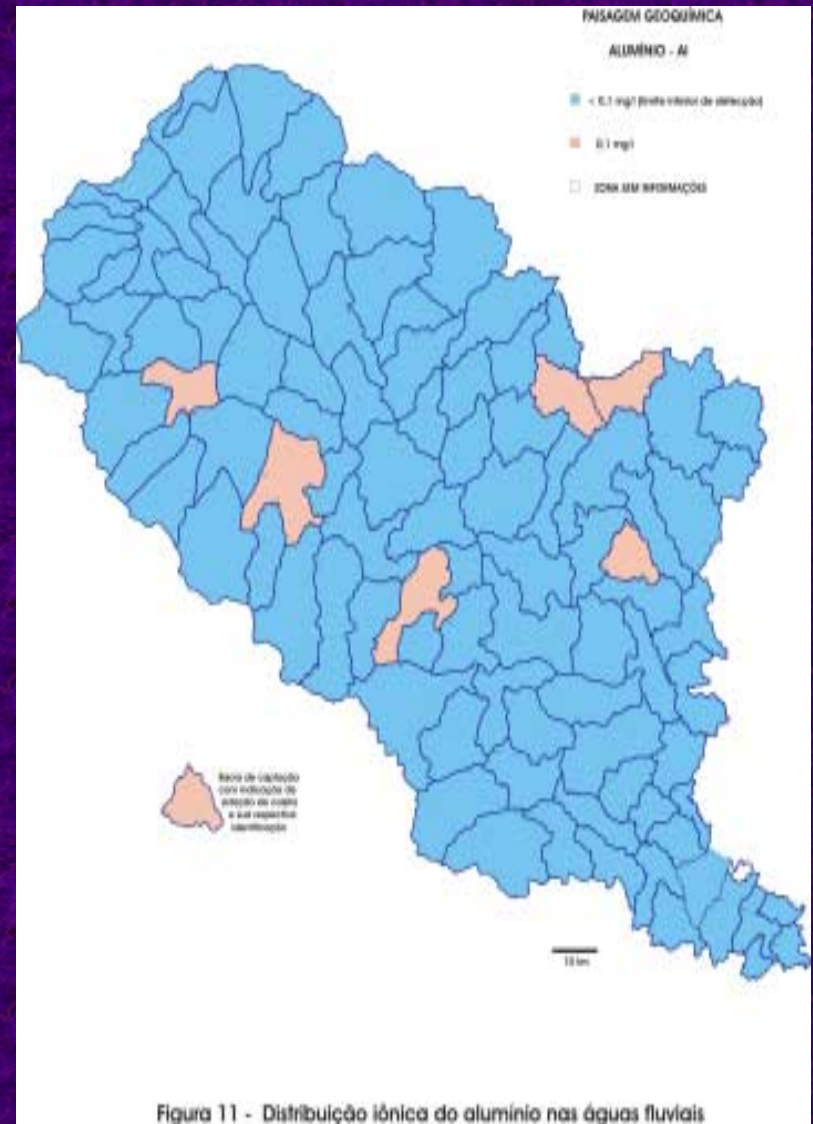
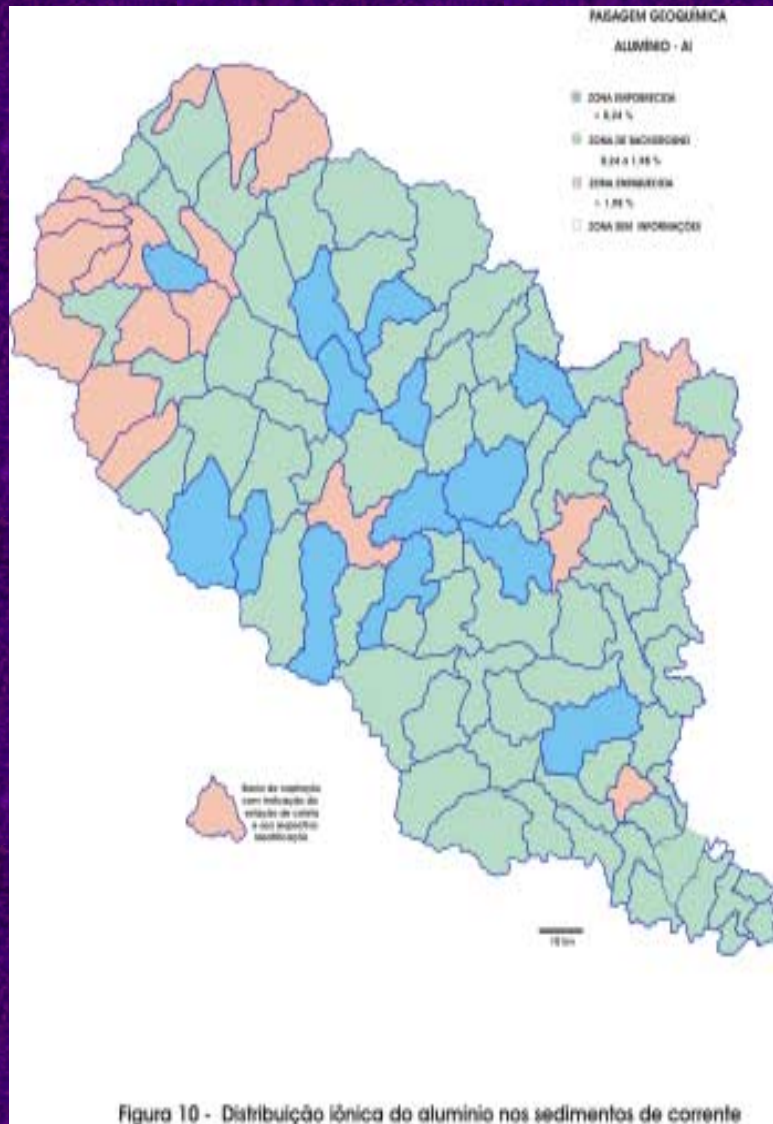
DISTRIBUIÇÃO DOS ÂNIONS NAS ÁGUAS FLUVIAIS



Paisagem Geoquímica do Nitrato

Segundo a CETESB (1995), concentrações nas águas acima de 5 mg/l, mostra condições sanitárias inadequadas pois as principais fontes do nitrato são dejetos humanos e de animais.

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



DISTRIBUIÇÃO DO ALUMÍNIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO

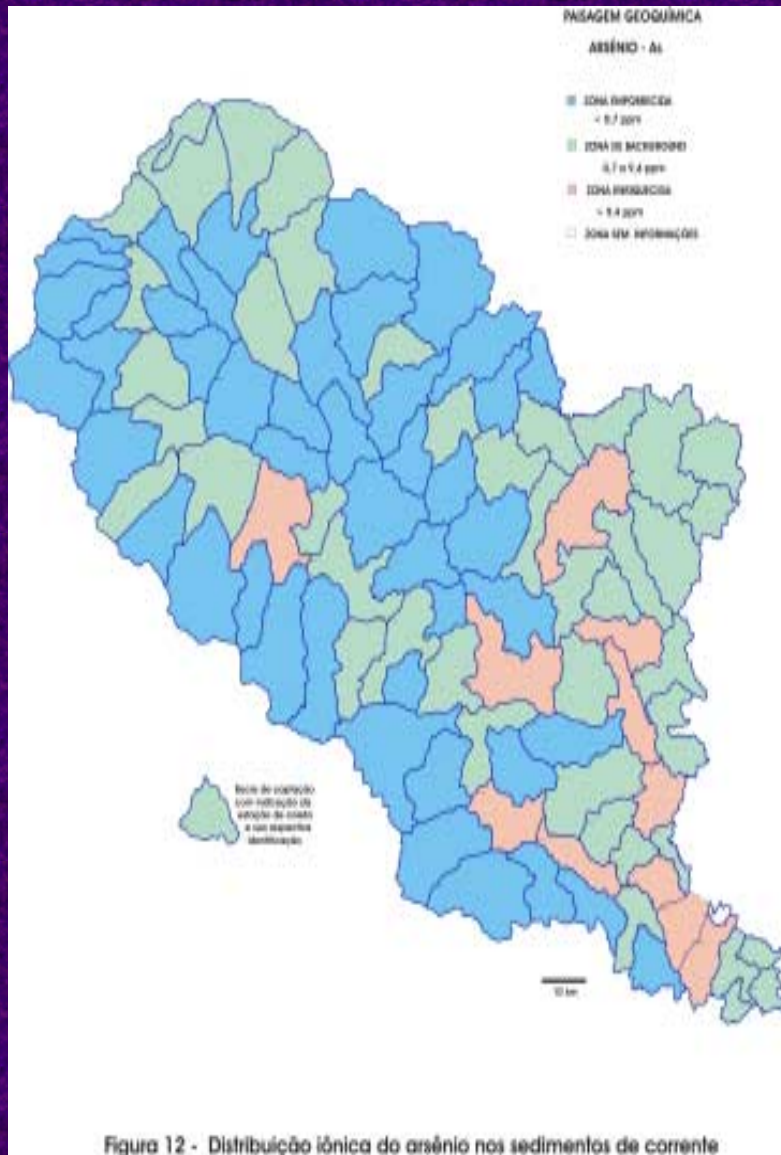


Figura 12 - Distribuição iônica do arsênio nos sedimentos de corrente

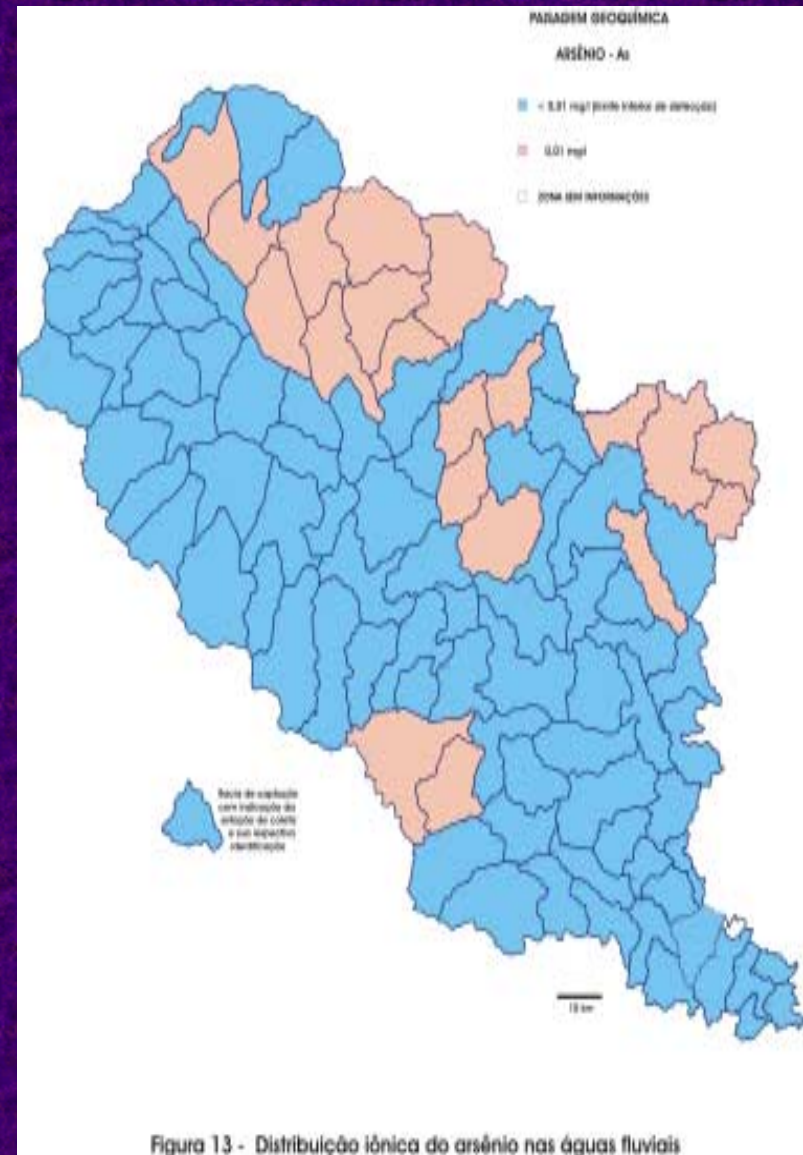
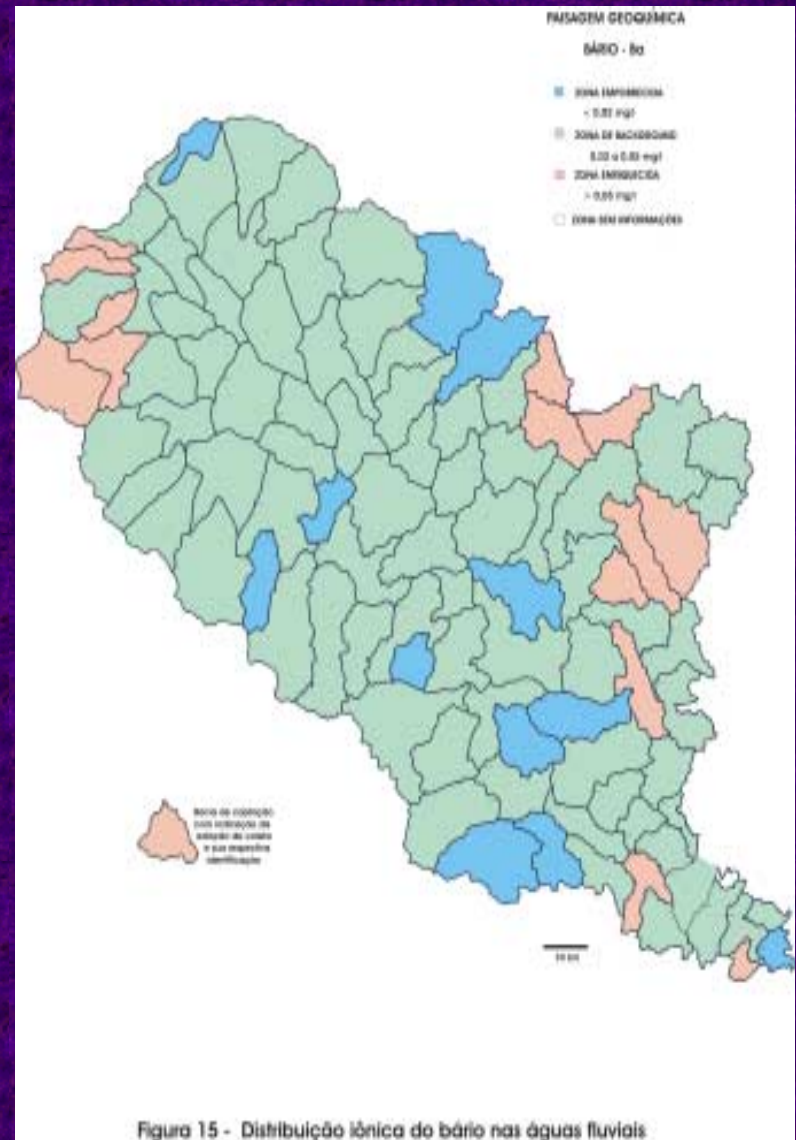
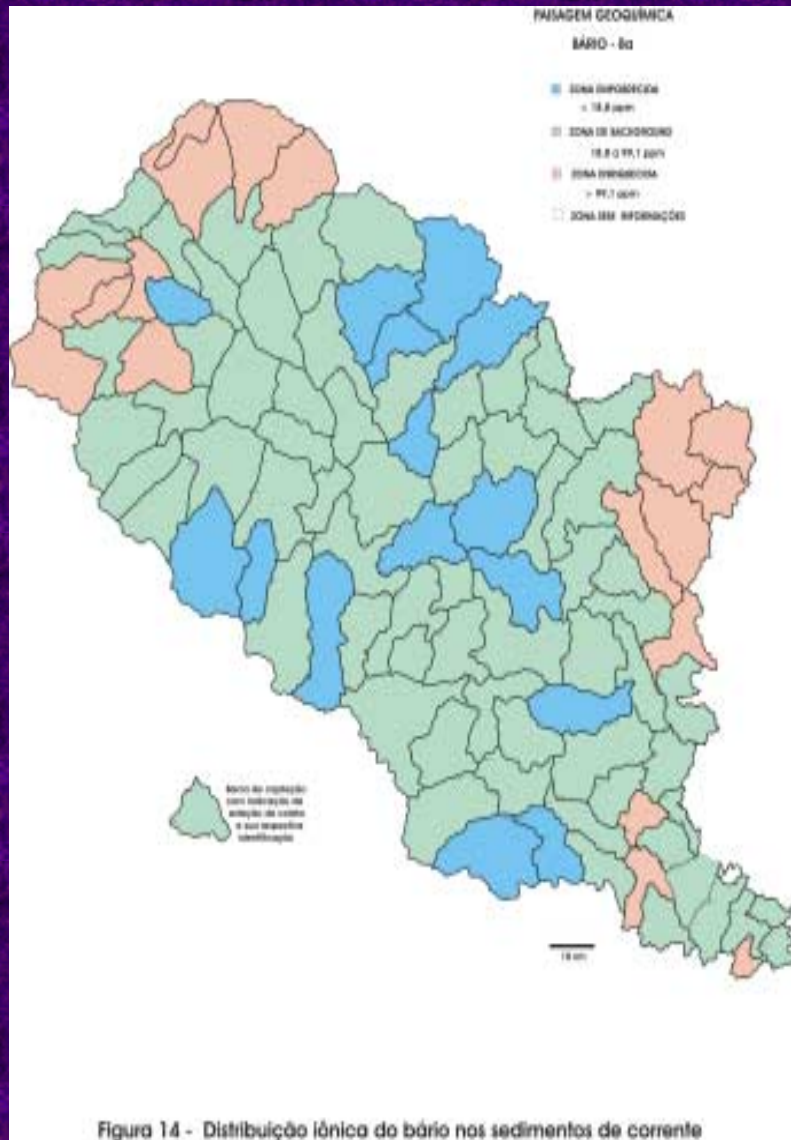


Figura 13 - Distribuição iônica do arsênio nas águas fluviais

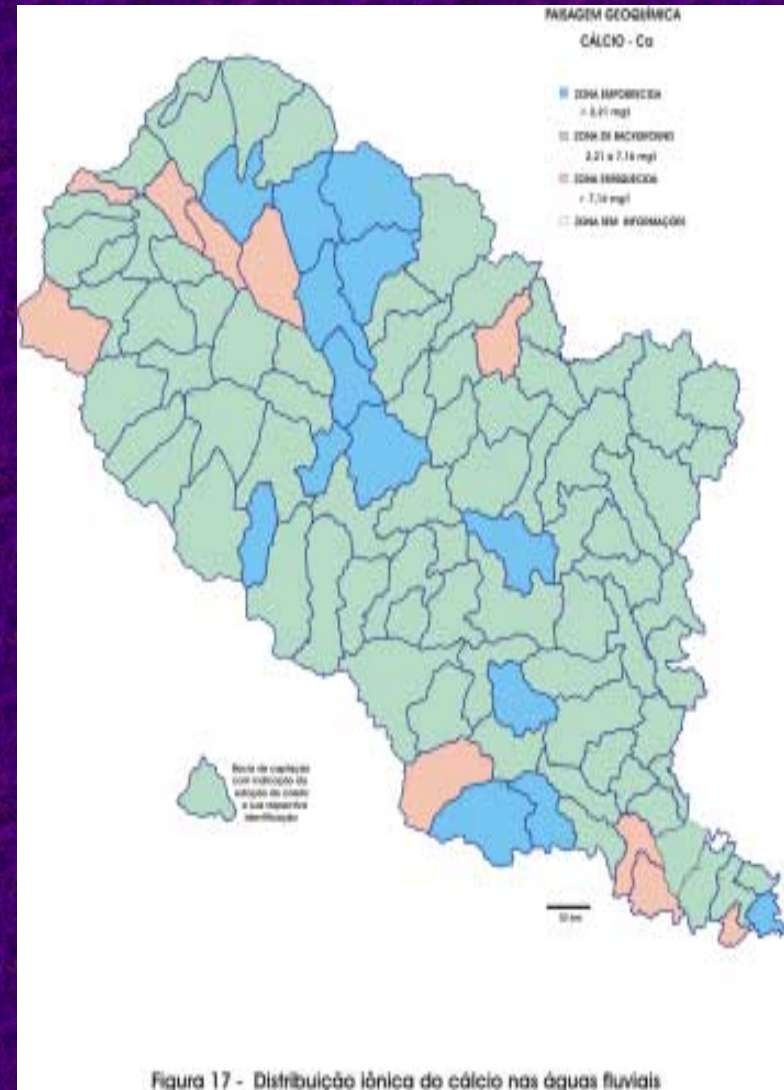
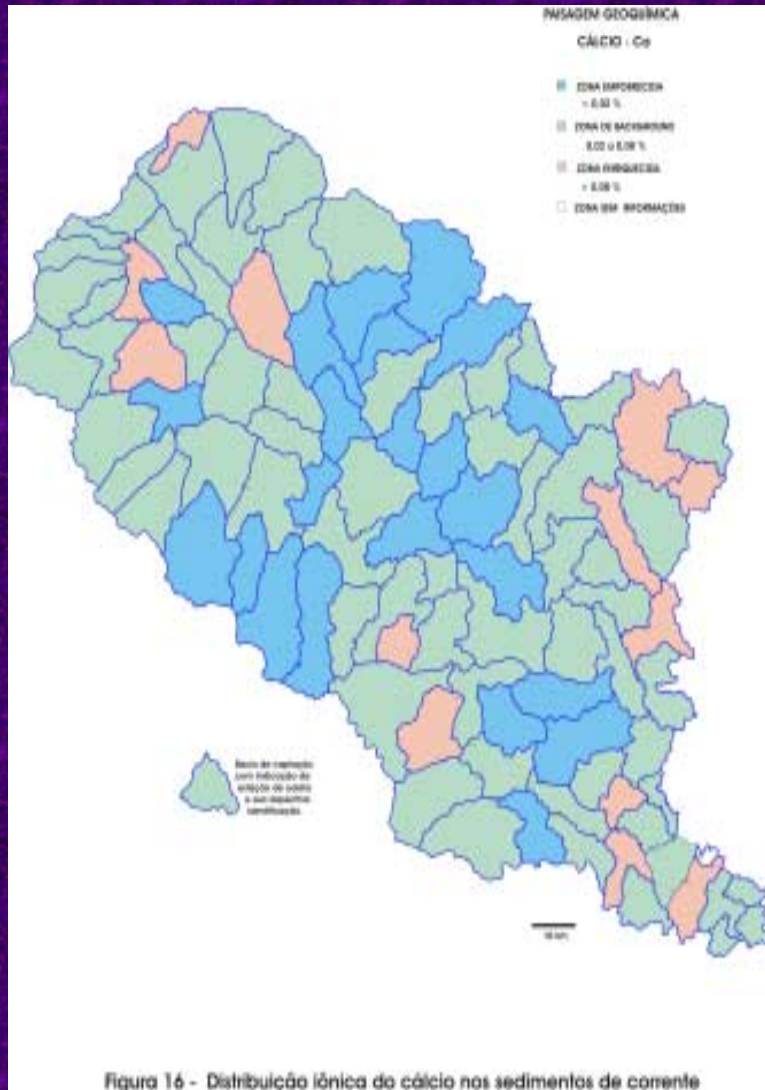
DISTRIBUIÇÃO DO ARSÊNIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



DISTRIBUIÇÃO DO BÁRIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



DISTRIBUIÇÃO DO CÁLCIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO

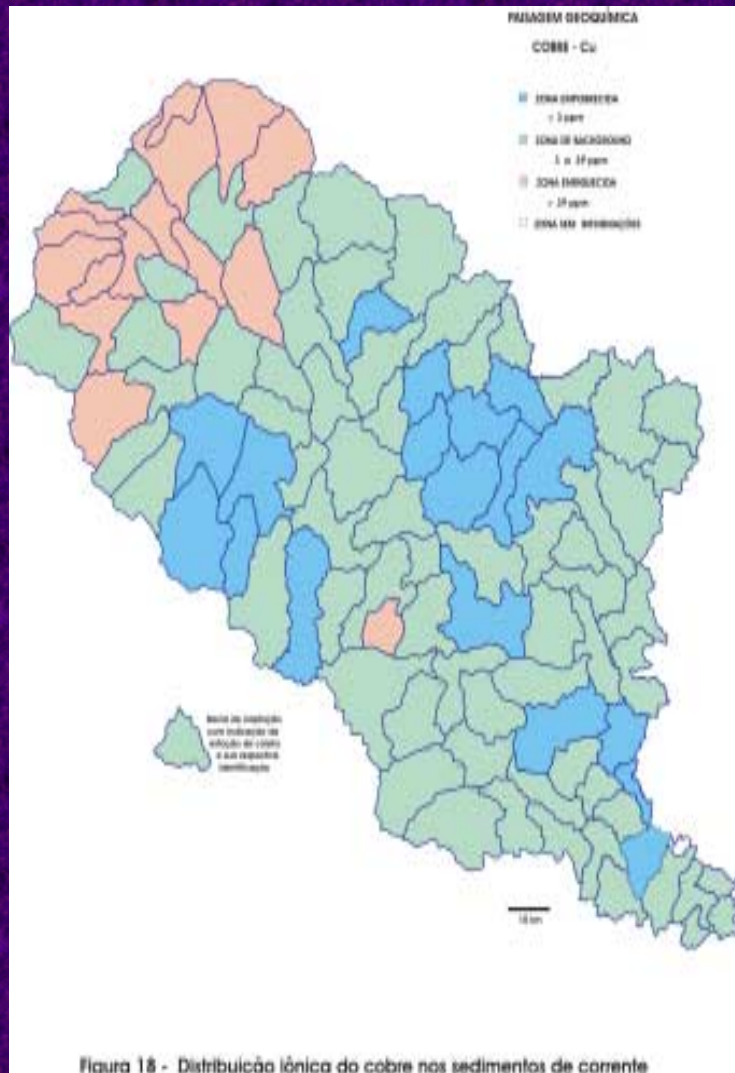


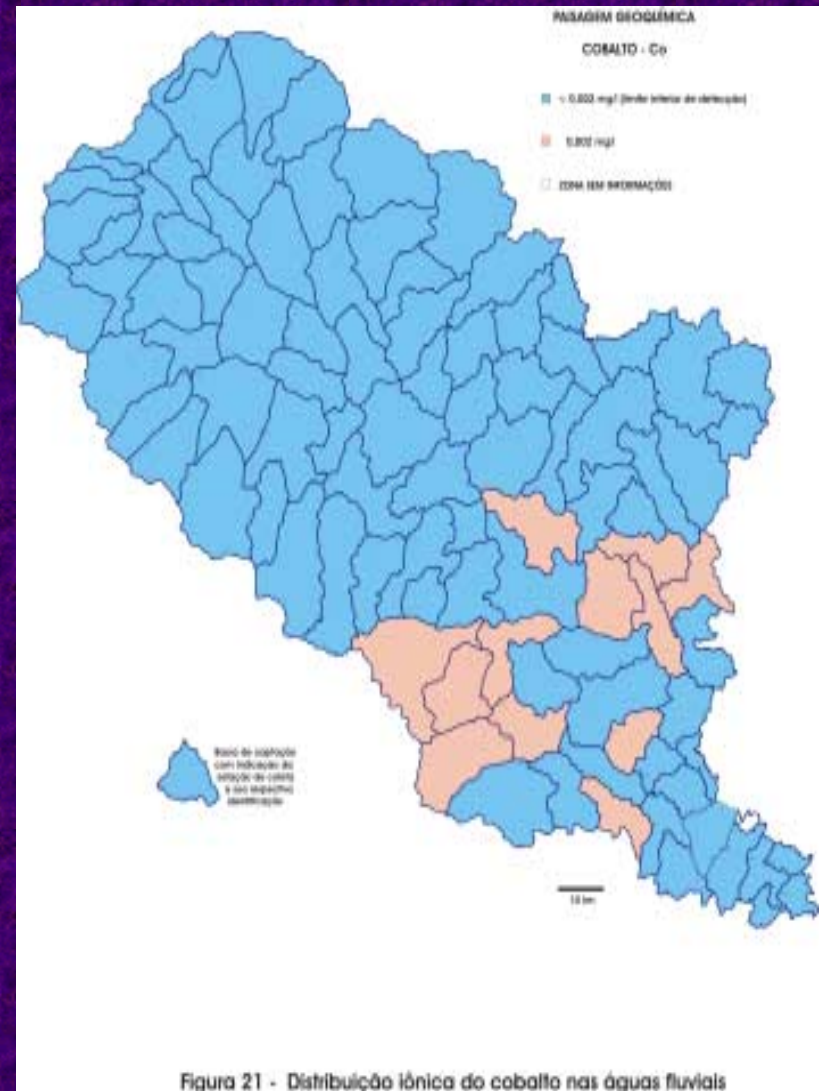
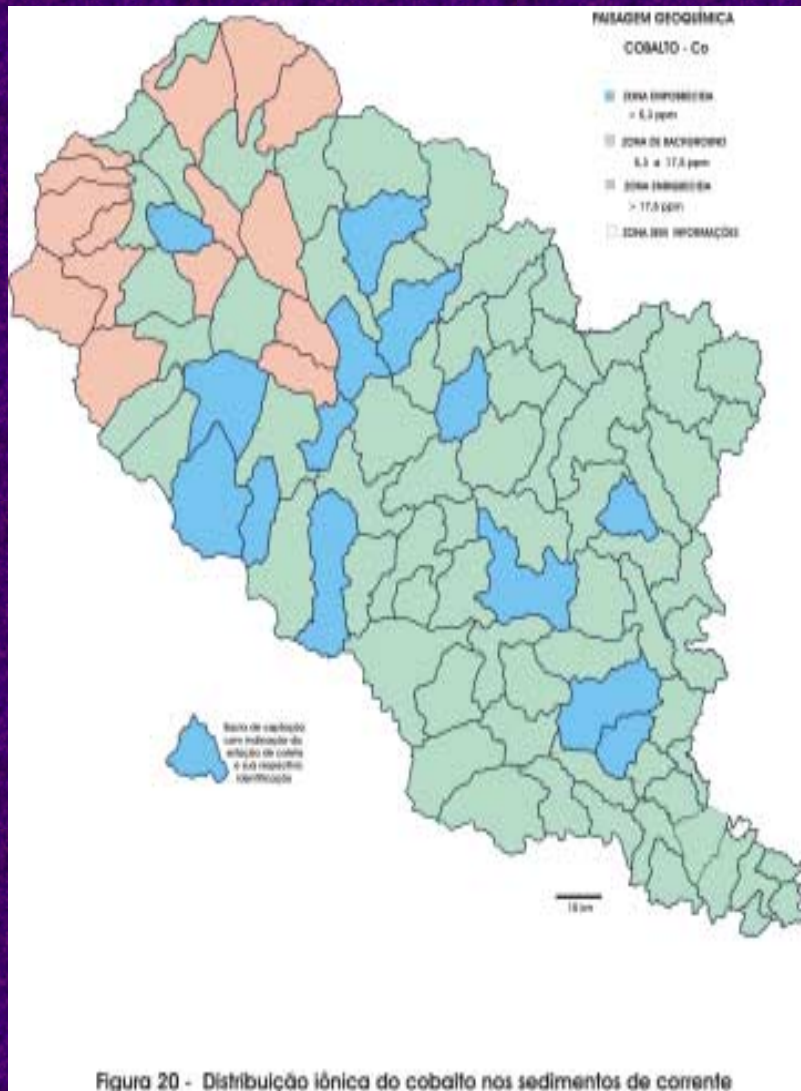
Figura 18 - Distribuição iônica do cobre nos sedimentos de corrente



Figura 19 - Distribuição iônica do cobre nas águas fluviais

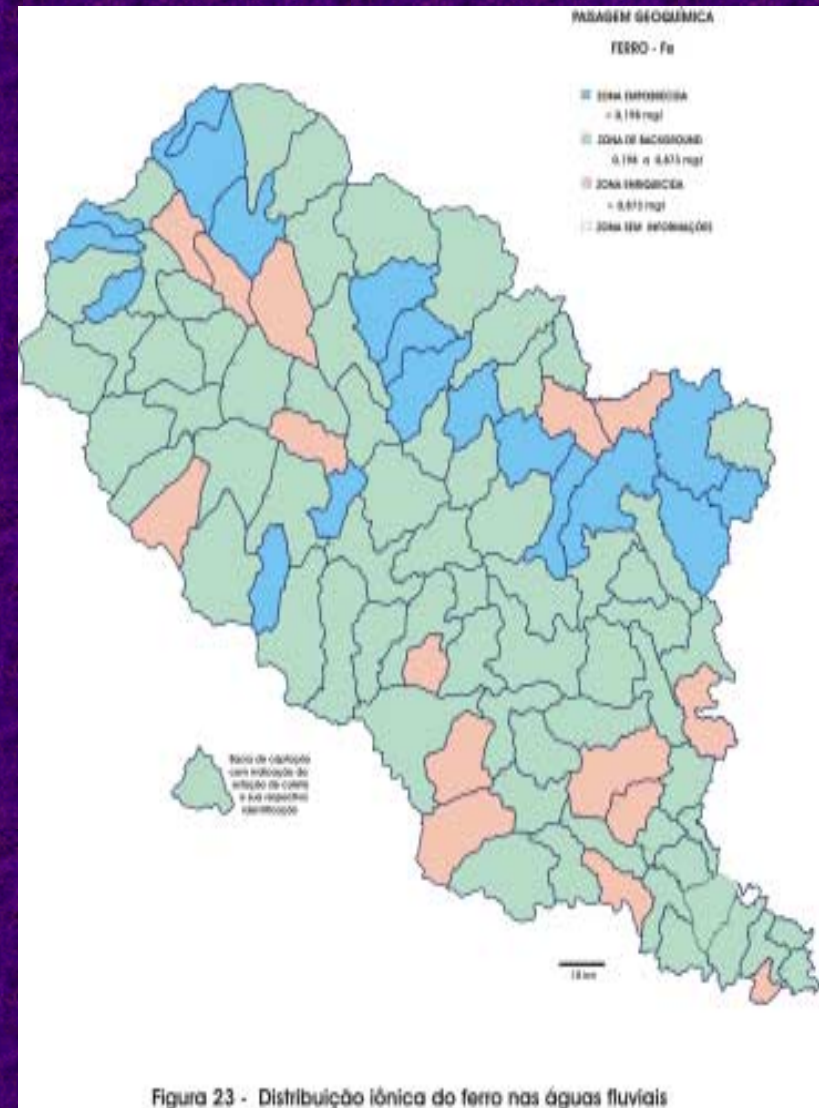
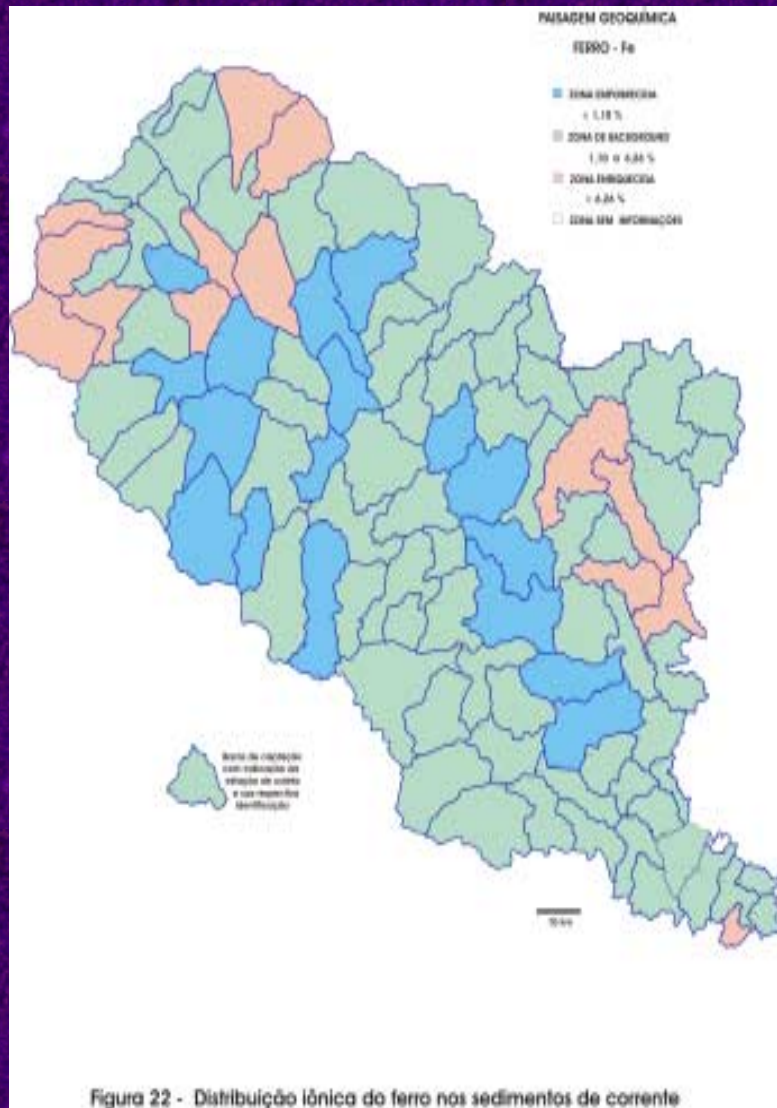
DISTRIBUIÇÃO DO COBRE NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



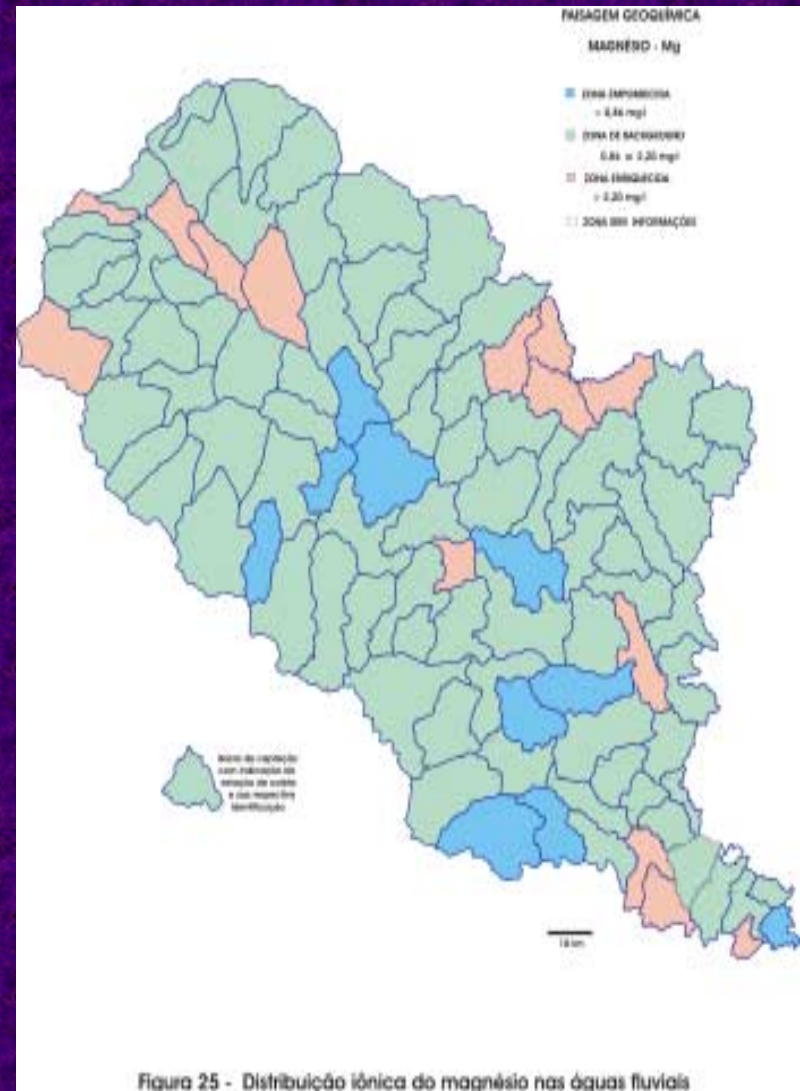
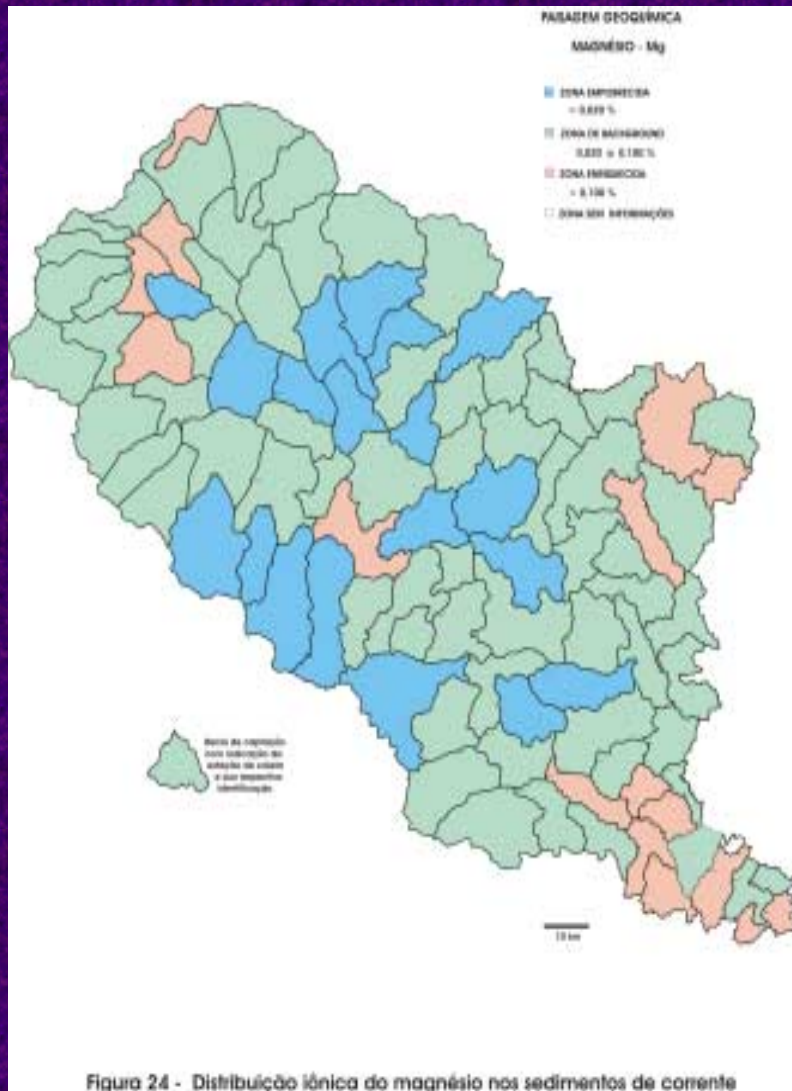
DISTRIBUIÇÃO DO COBALTO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



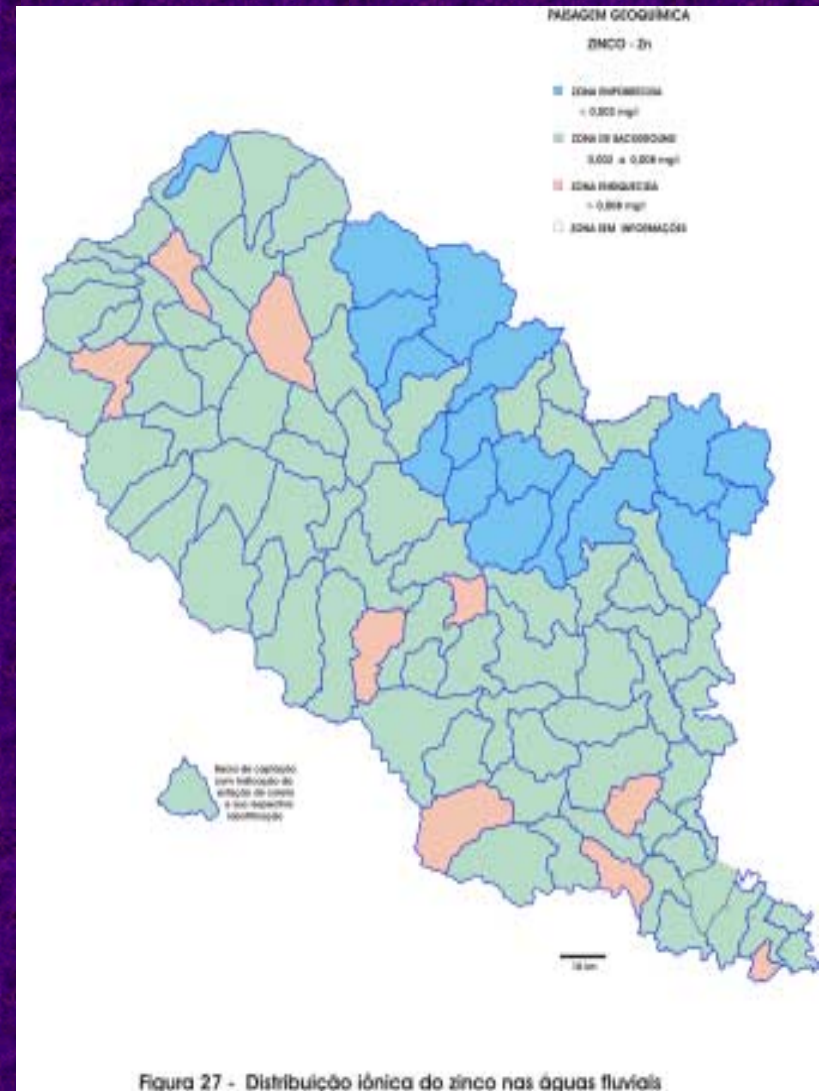
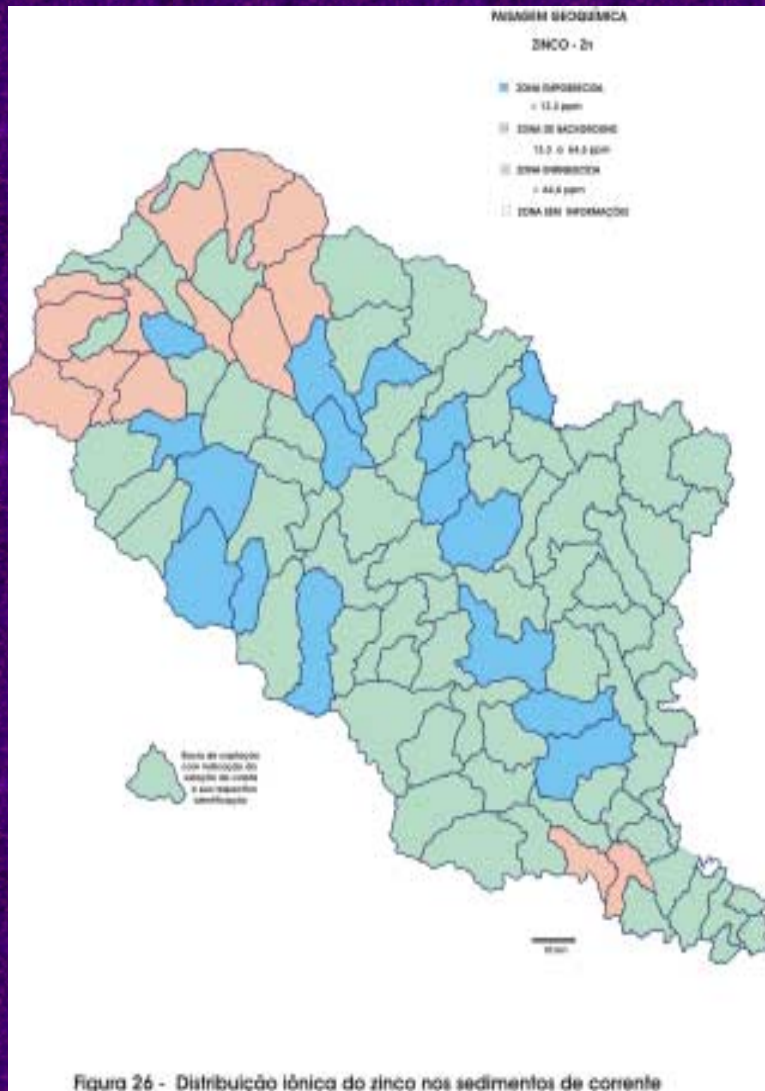
DISTRIBUIÇÃO DO FERRO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



DISTRIBUIÇÃO DO MAGNÉSIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



DISTRIBUIÇÃO DO ZINCO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO

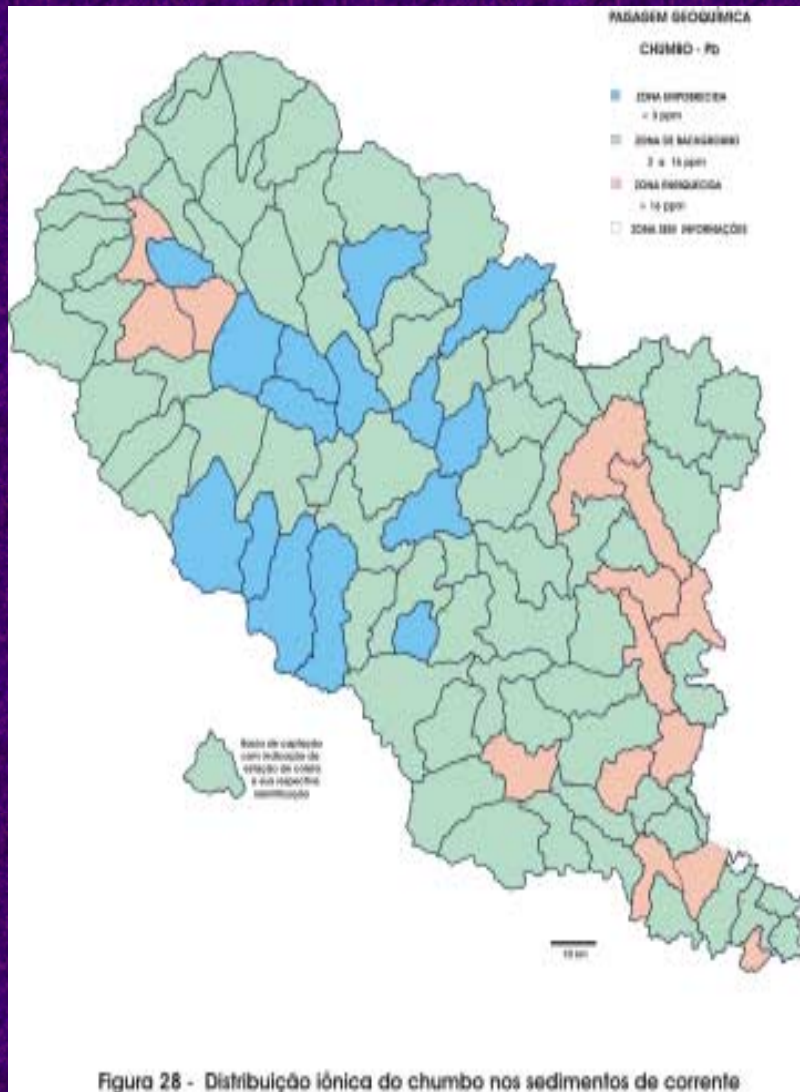


Figura 28 - Distribuição iônica do chumbo nos sedimentos de corrente

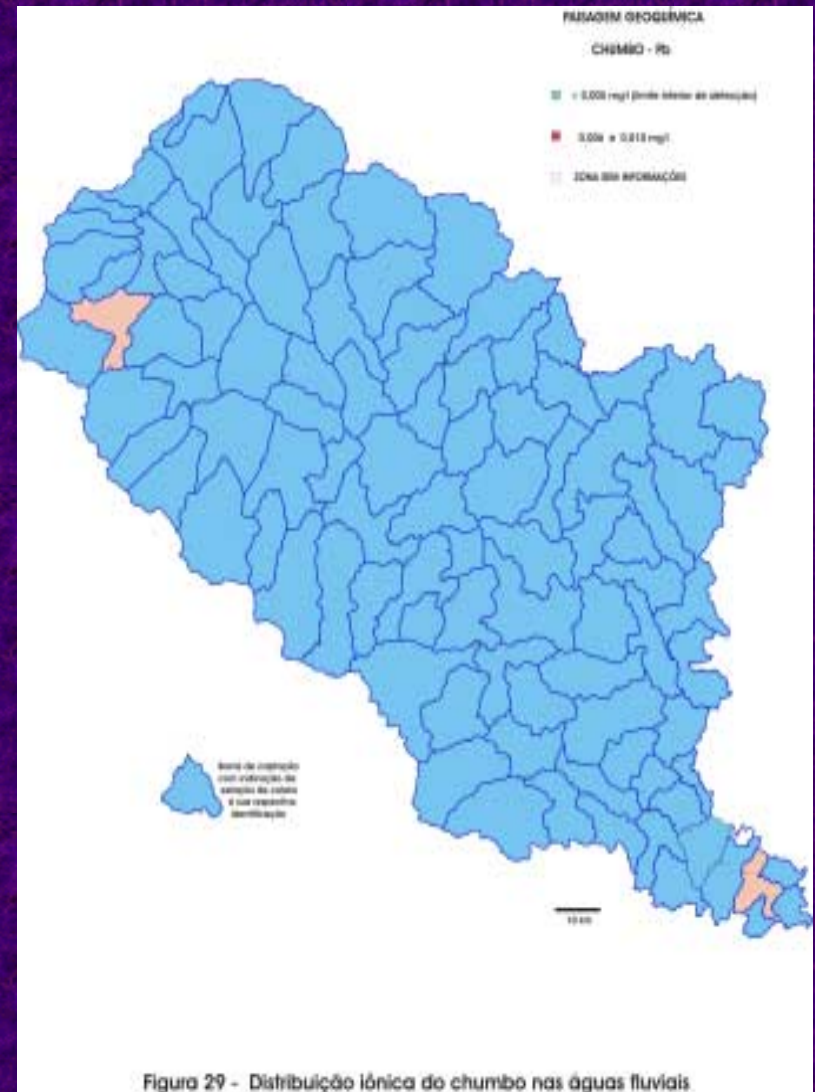
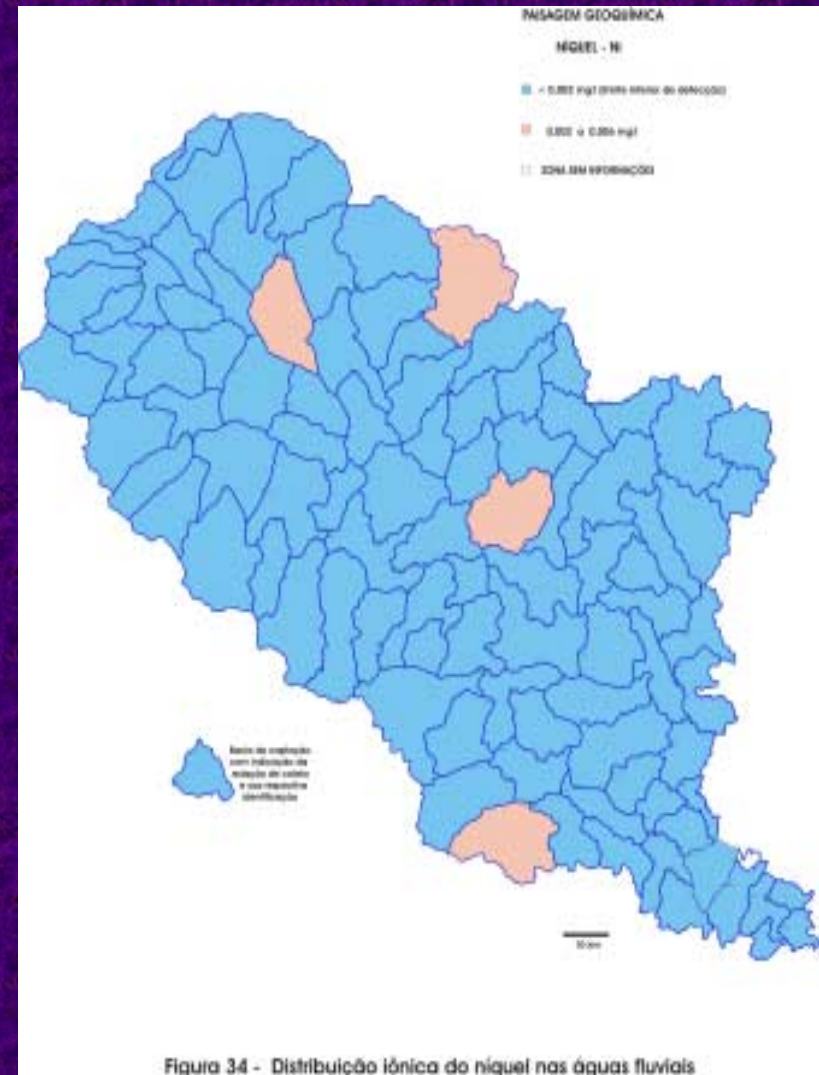
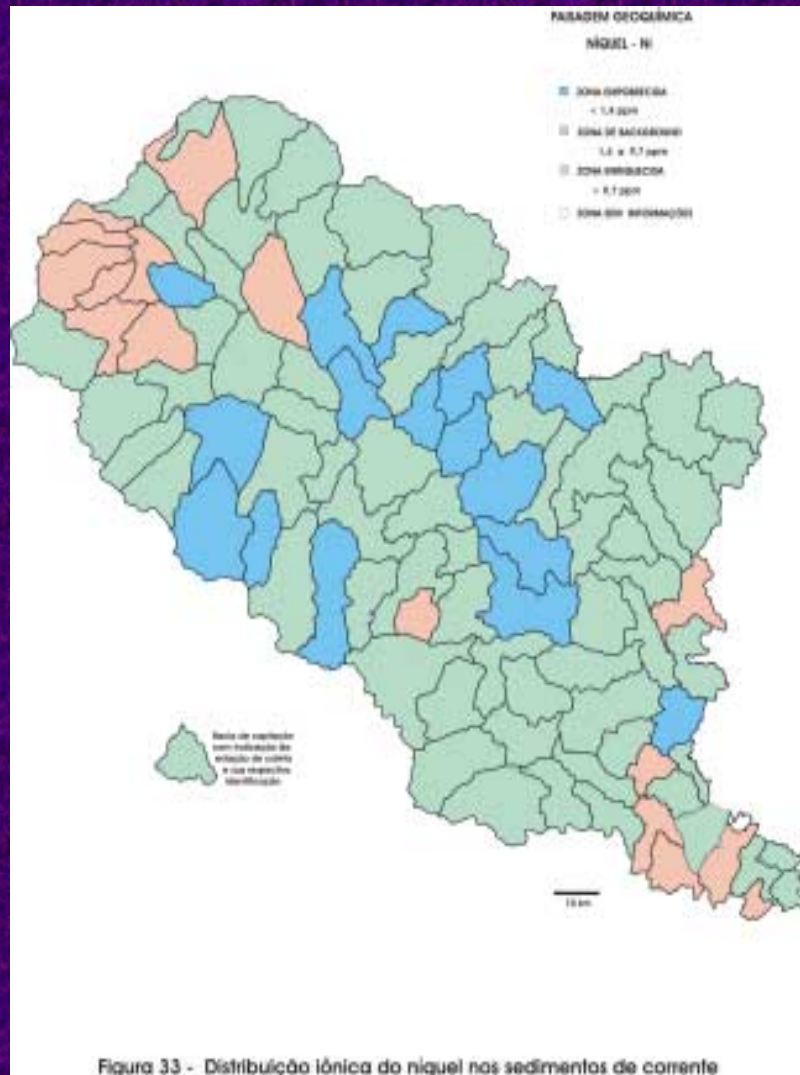


Figura 29 - Distribuição iônica do chumbo nas águas fluviais

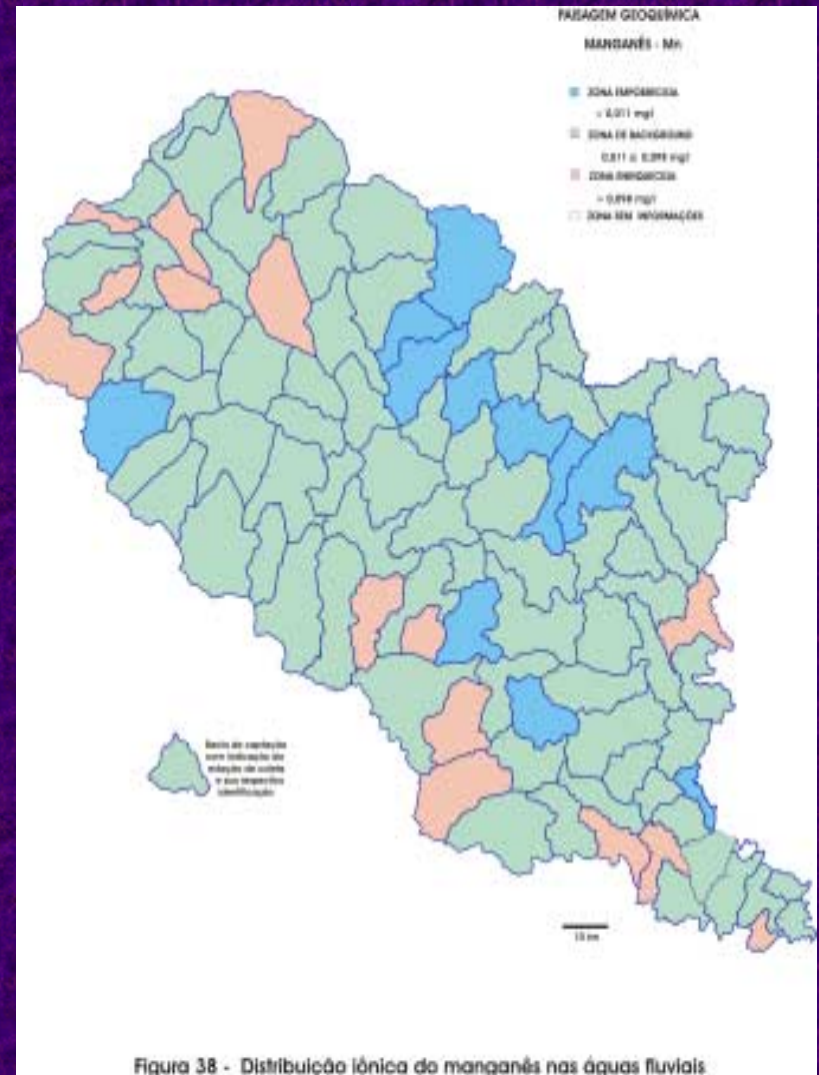
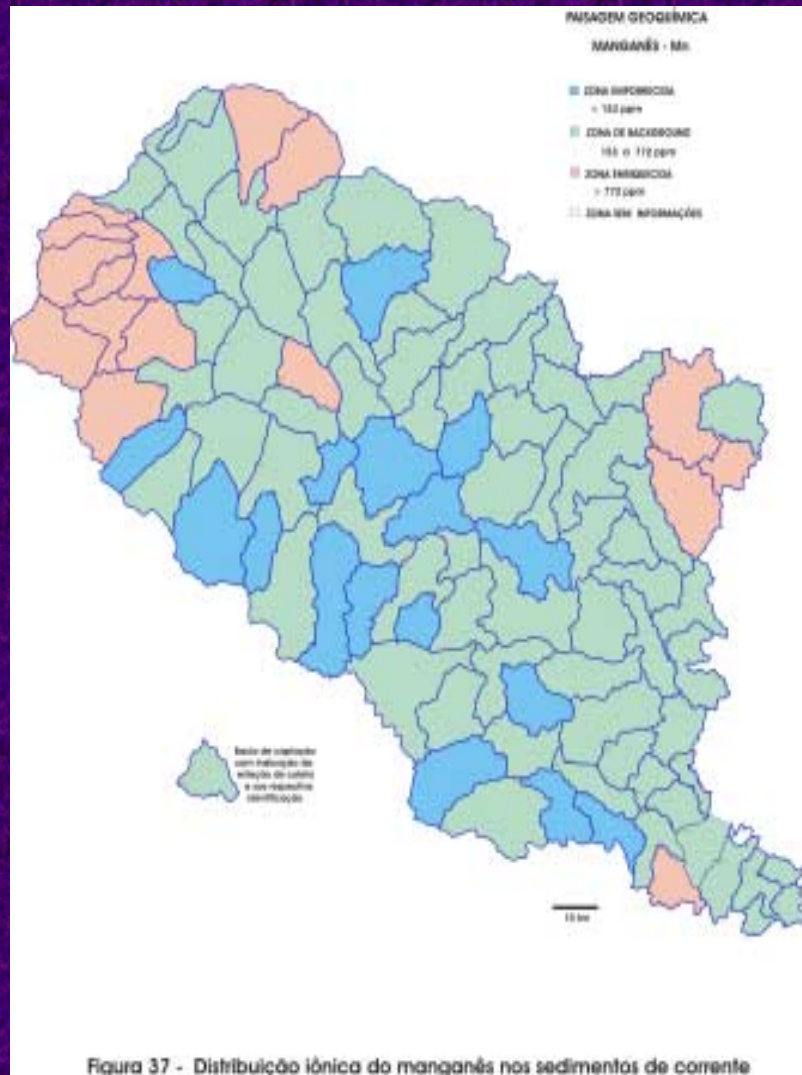
DISTRIBUIÇÃO DO CHUMBO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



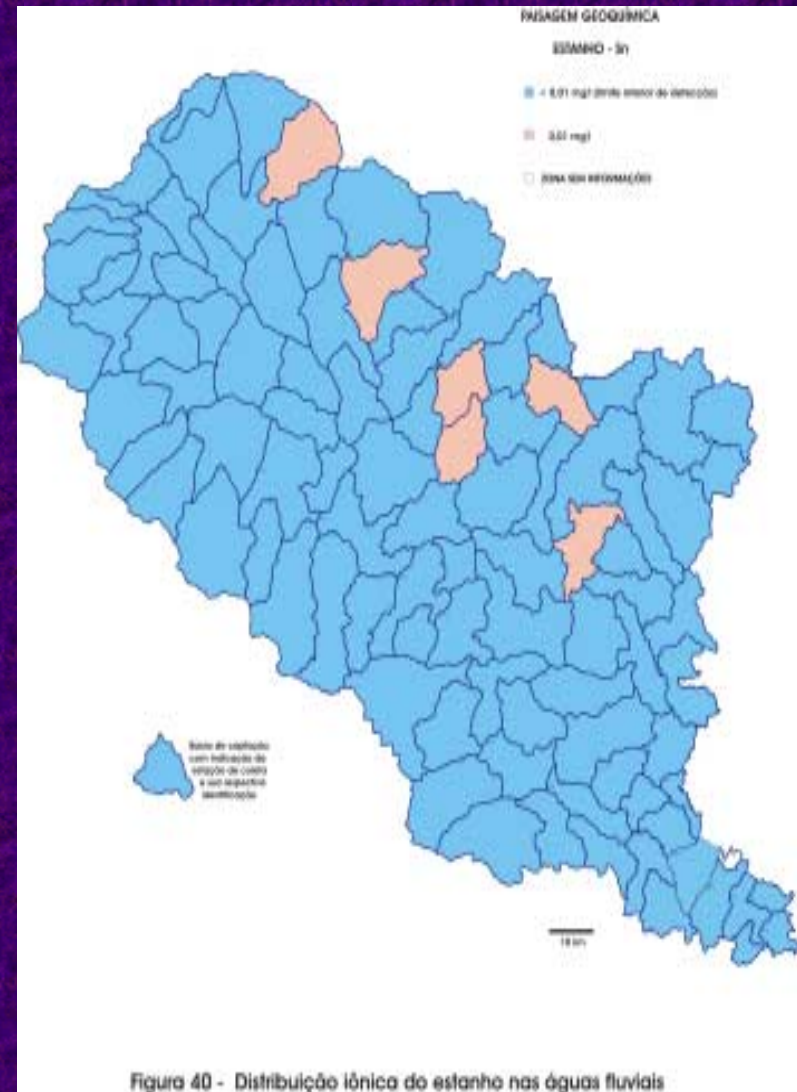
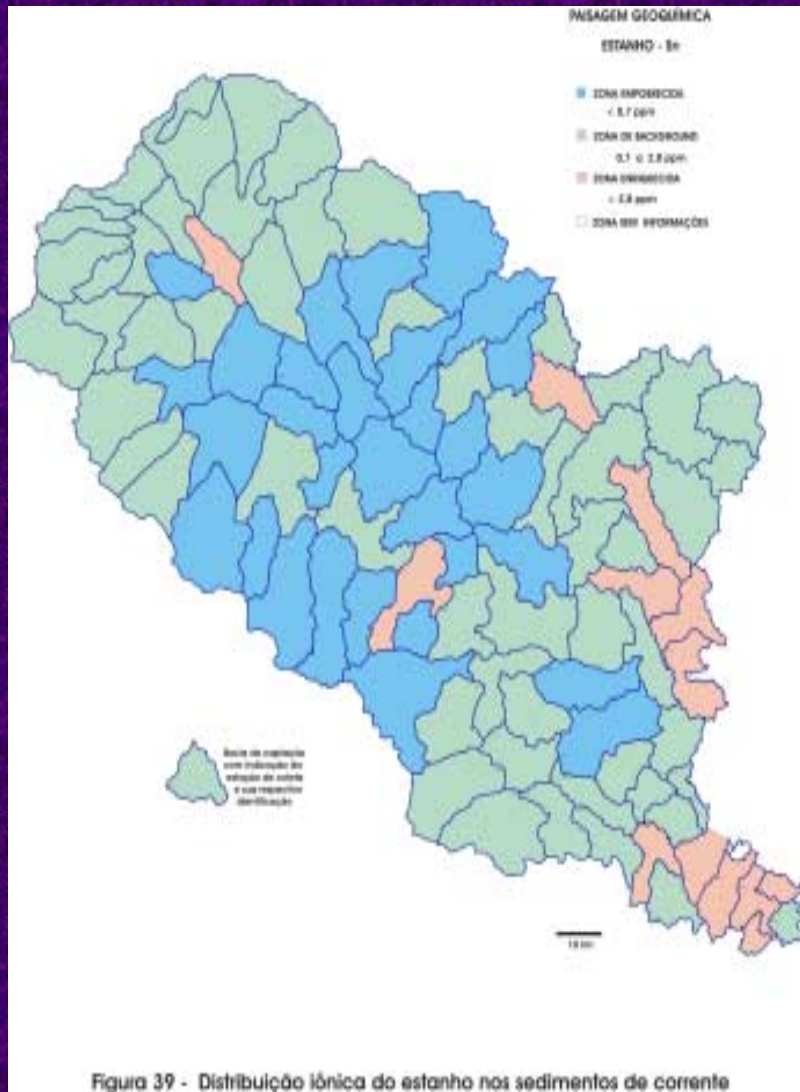
DISTRIBUIÇÃO DO NÍQUEL NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



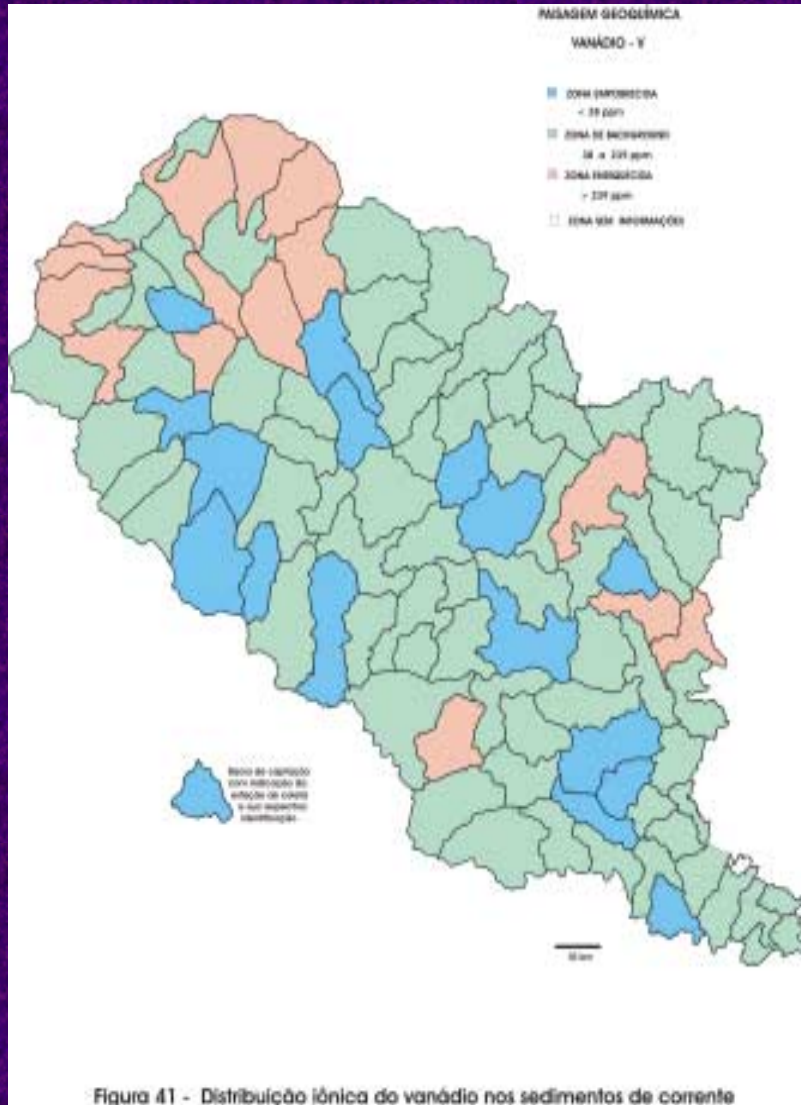
DISTRIBUIÇÃO DO MANGANÊS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



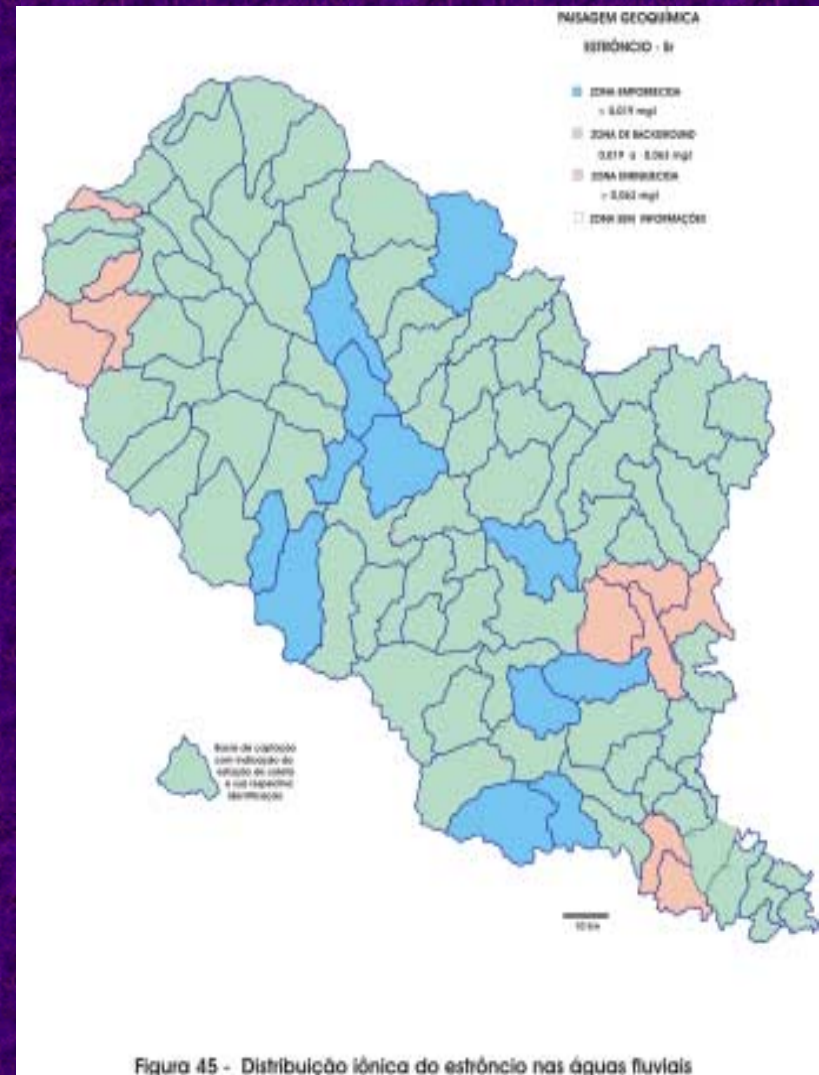
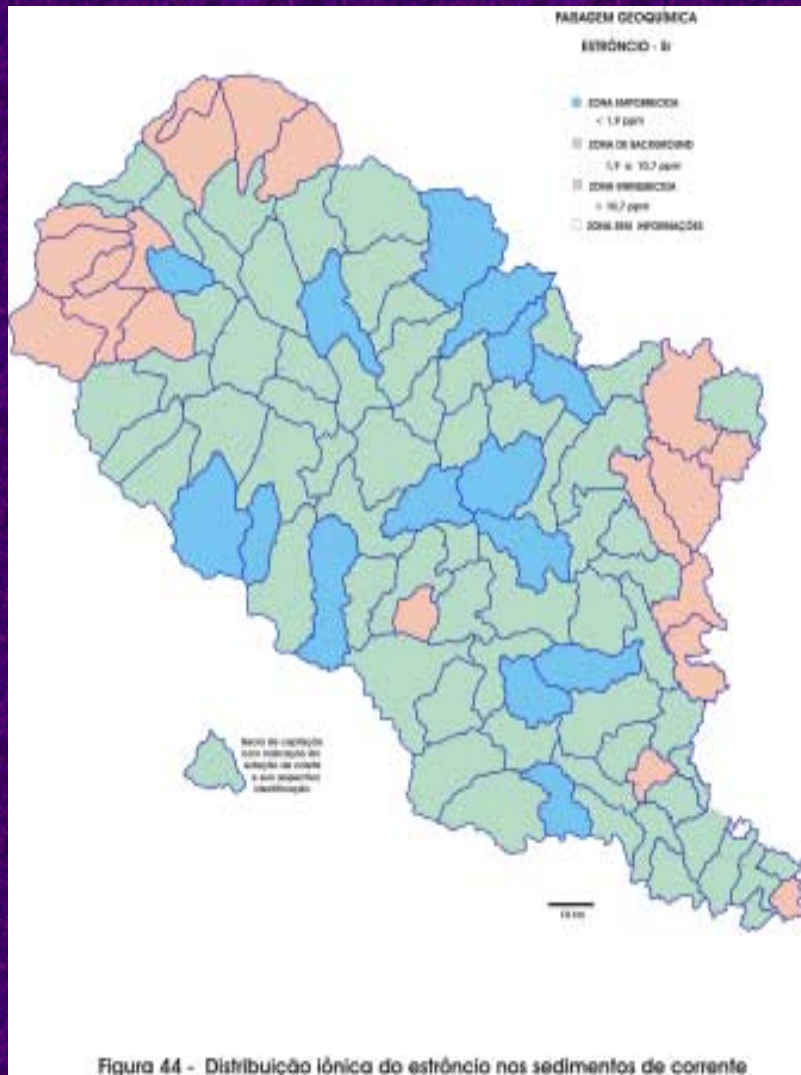
DISTRIBUIÇÃO DO ESTANHO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



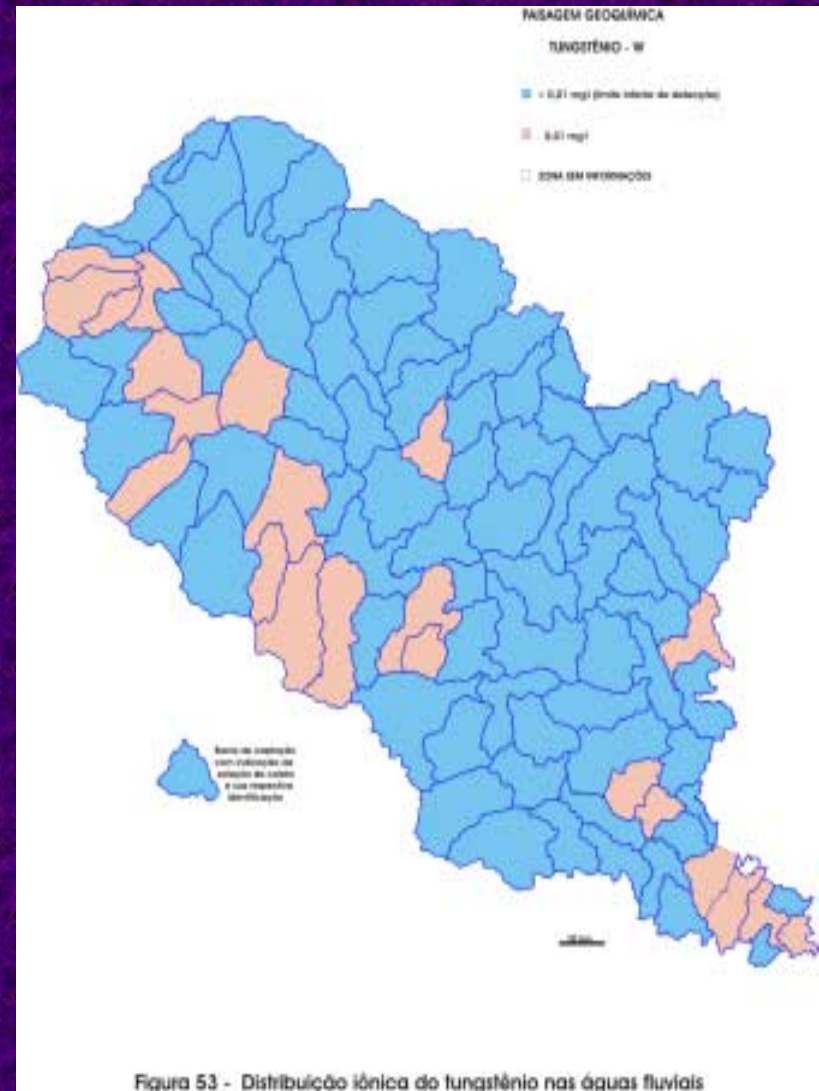
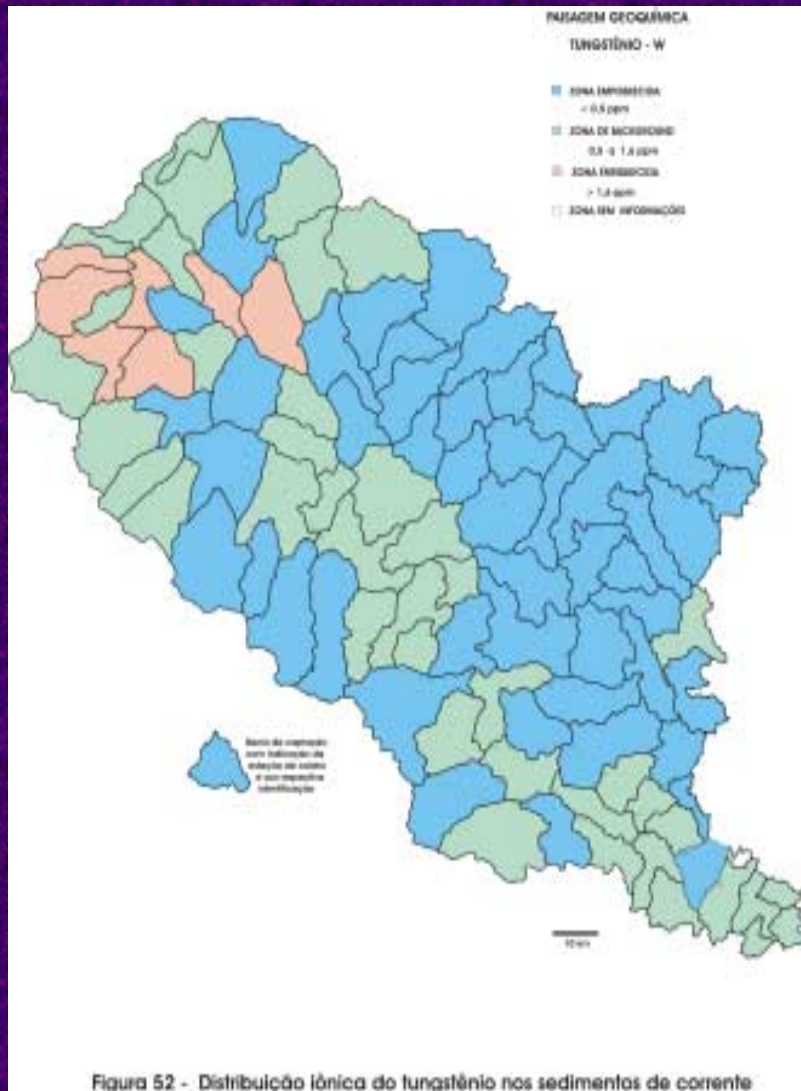
DISTRIBUIÇÃO DO VANÁDIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



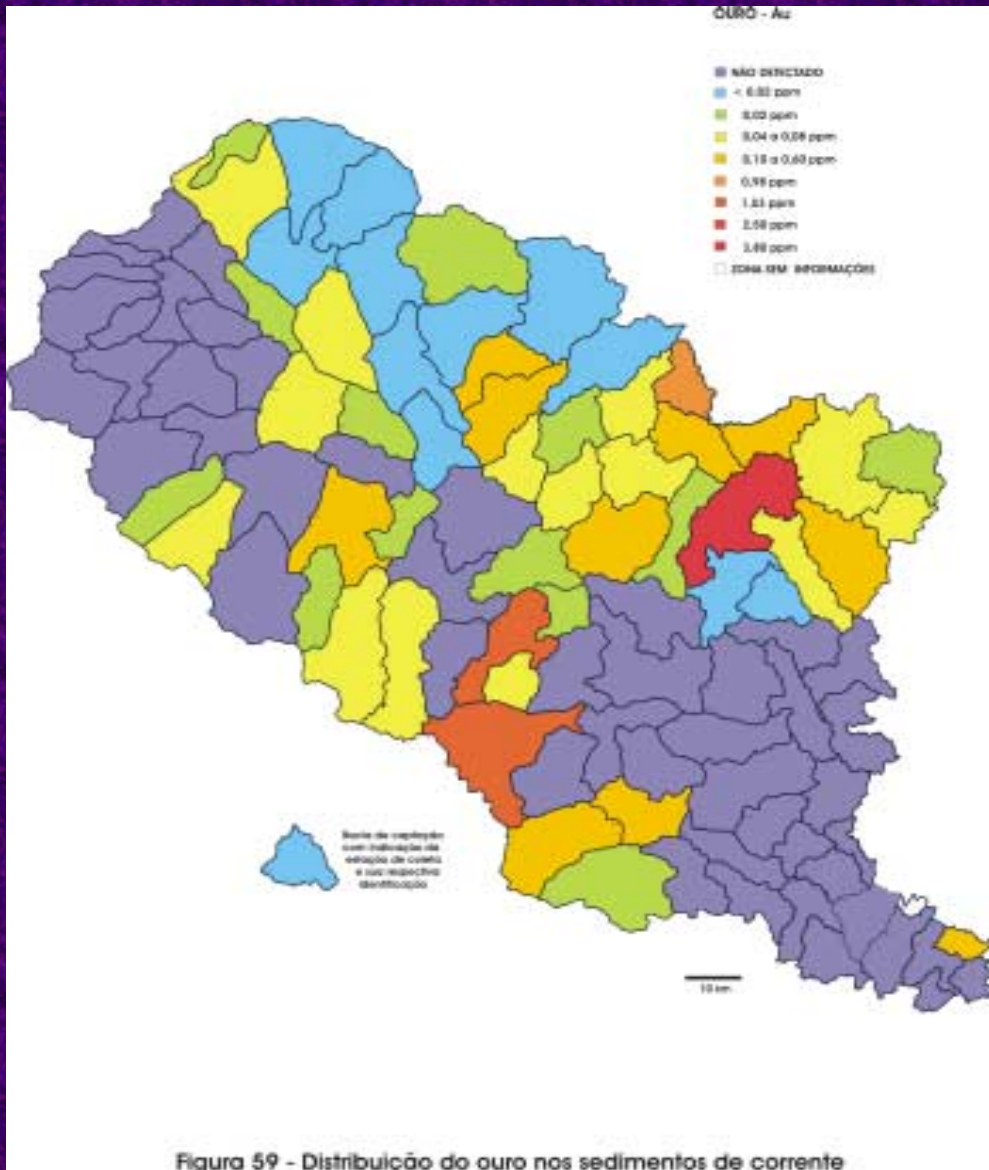
DISTRIBUIÇÃO DO ESTRÔNCIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO

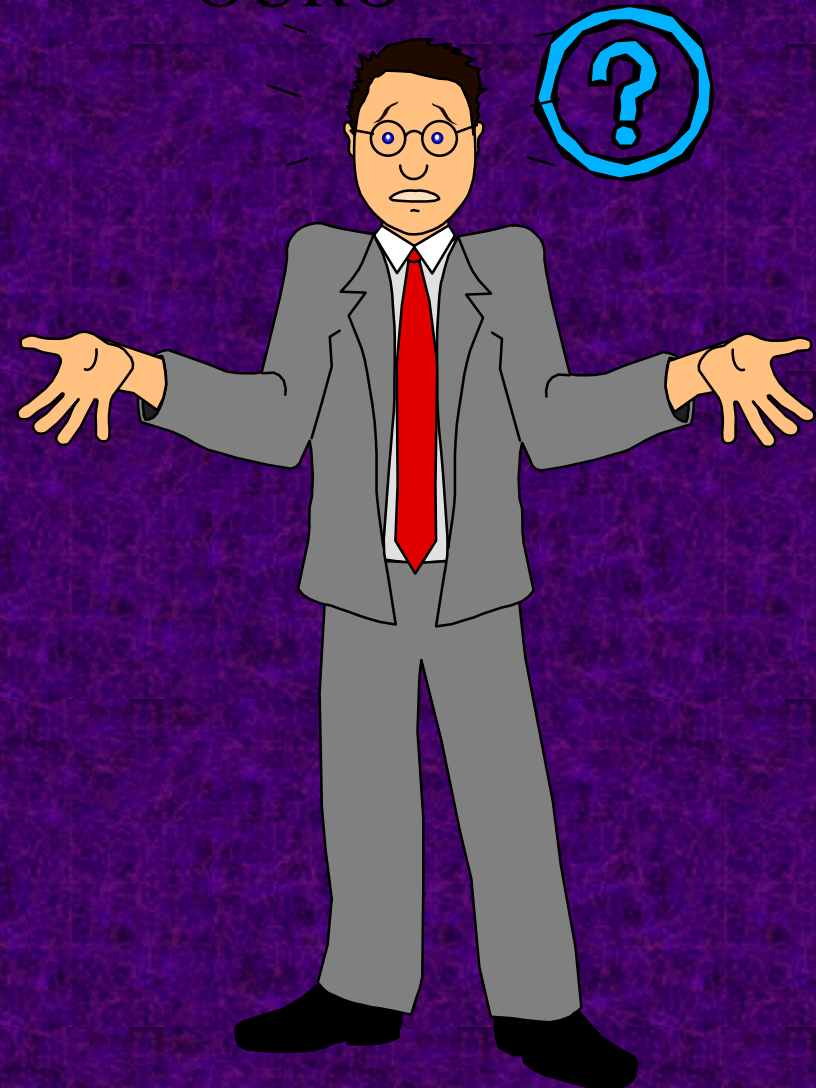


DISTRIBUIÇÃO DO TUNGSTÊNIO NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE E NAS ÁGUAS FLUVIAIS

LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO NAS BACIAS DOS RIOS MOGI-GUAÇU E PARDO



• OURO!



**PAISAGENS GEEOQUÍMICAS E AMBIENTAIS DO
VALE DO RIBEIRA
MAPEAMENTO GEOQUÍMICO - I RELATÓRIO TÉCNICO**



PROCEDIMENTOS DE COLETA



- Antes de entrar no leito do rio, os parâmetros da água (pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido e temp.) são obtidos com o equipamento Horiba.

PROCEDIMENTOS DE COLETA



- Com um outro equipamento é feita a leitura do Eh.

PROCEDIMENTOS DE COLETA



- Os sedimentos do leito ativo são coletados com as mãos.

PROCEDIMENTOS DE COLETA



- Os sedimentos, no momento da coleta, são peneirados a menos 2mm, com peneiras de nylon.

PROCEDIMENTOS DE COLETA



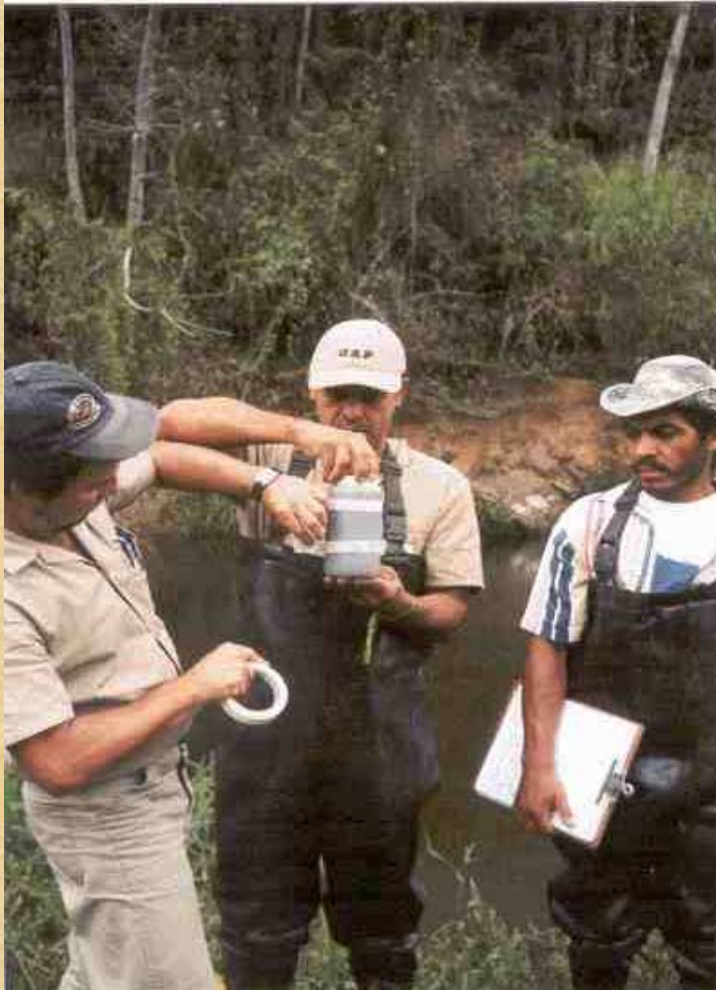
- Os recipientes que acondicionam as amostras são sempre lavados nas águas do rio que se está coletando (ambientalizados).

PROCEDIMENTOS DE COLETA



- Após serem homogeneizados (misturados com as mãos), os sedimentos são acondicionados em frascos plásticos com capacidade para 1 litro.

PROCEDIMENTOS DE COLETA



- Finalmente, os frascos são etiquetados e as amostras devidamente identificadas.

PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

LABORATÓRIO DO IG-UNICAMP

Responsáveis: Jacinta Enzweiler e Maria Aparecida Vendemiato



- As amostras encaminhadas ao Laboratório do IG-UNICAMP, foram secas à temperatura ambiente em bandejas plásticas e desagregadas com auxílio de pilão de madeira revestido por papel manteiga descartável.
- Posteriormente foram peneiradas a menos 0,180mm (em peneira de nylon). A quantidade total obtida foi homogeneizada e uma fração de 50g foi separada após quarteamento. O restante foi novamente peneirado em peneira de nylon de 0,063mm.
- A fração <0,180mm foi moída em moinho com potes de ágata.
- As análises químicas das amostras foram efetuadas por fluorescência de raioX, em pastilhas prensadas, num espectrômetro do tipo sequencial (Philips, PW 2404).
- Foram analisados 10 elementos maiores na forma de óxidos e 22 elementos traços.
- Até o momento foram analisadas 46 am. na fração <0,180mm e, por insuficiência de material, 30 am. na fração <0,063.

COMPORTAMENTO DO Ph NAS ÁGUAS FLUVIAIS

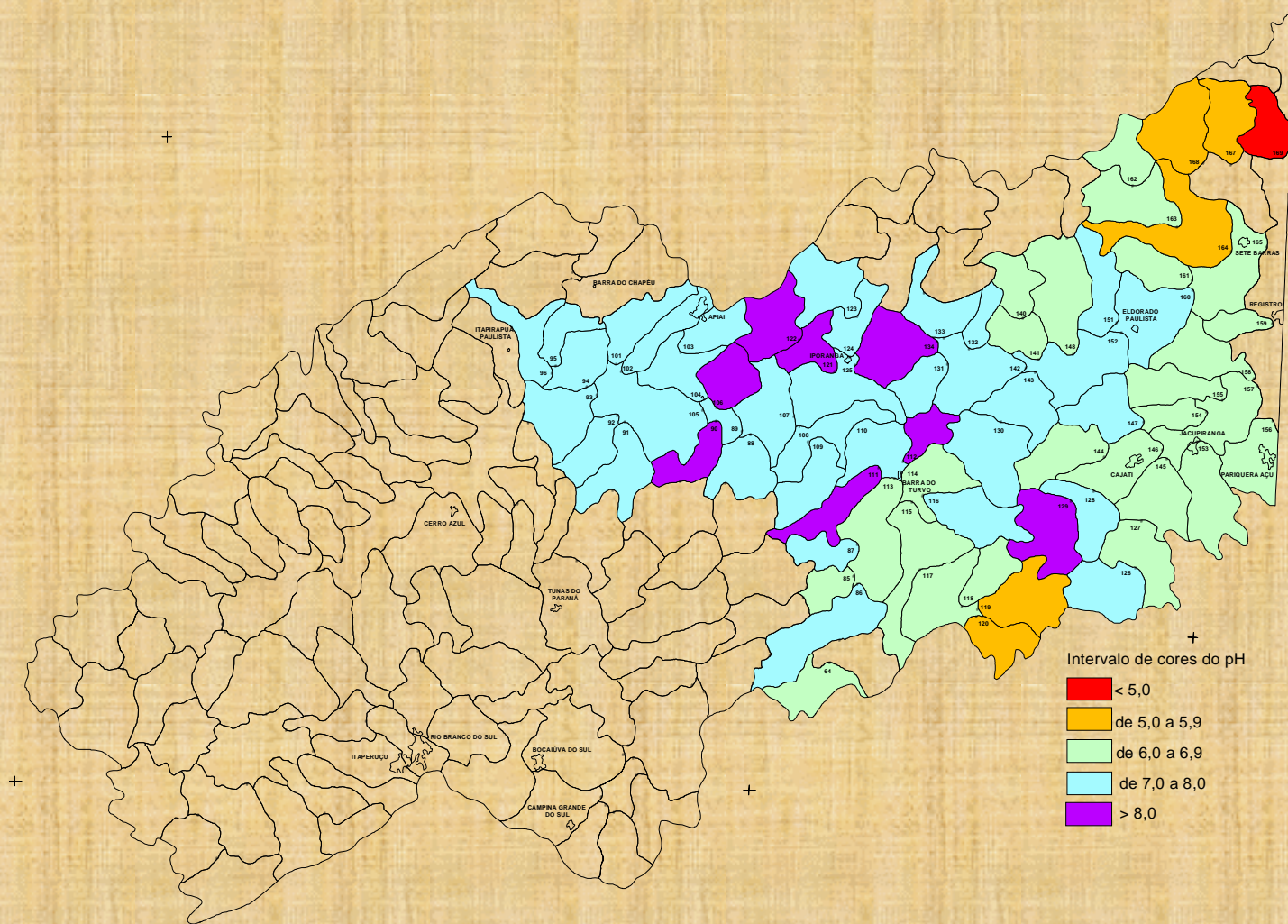
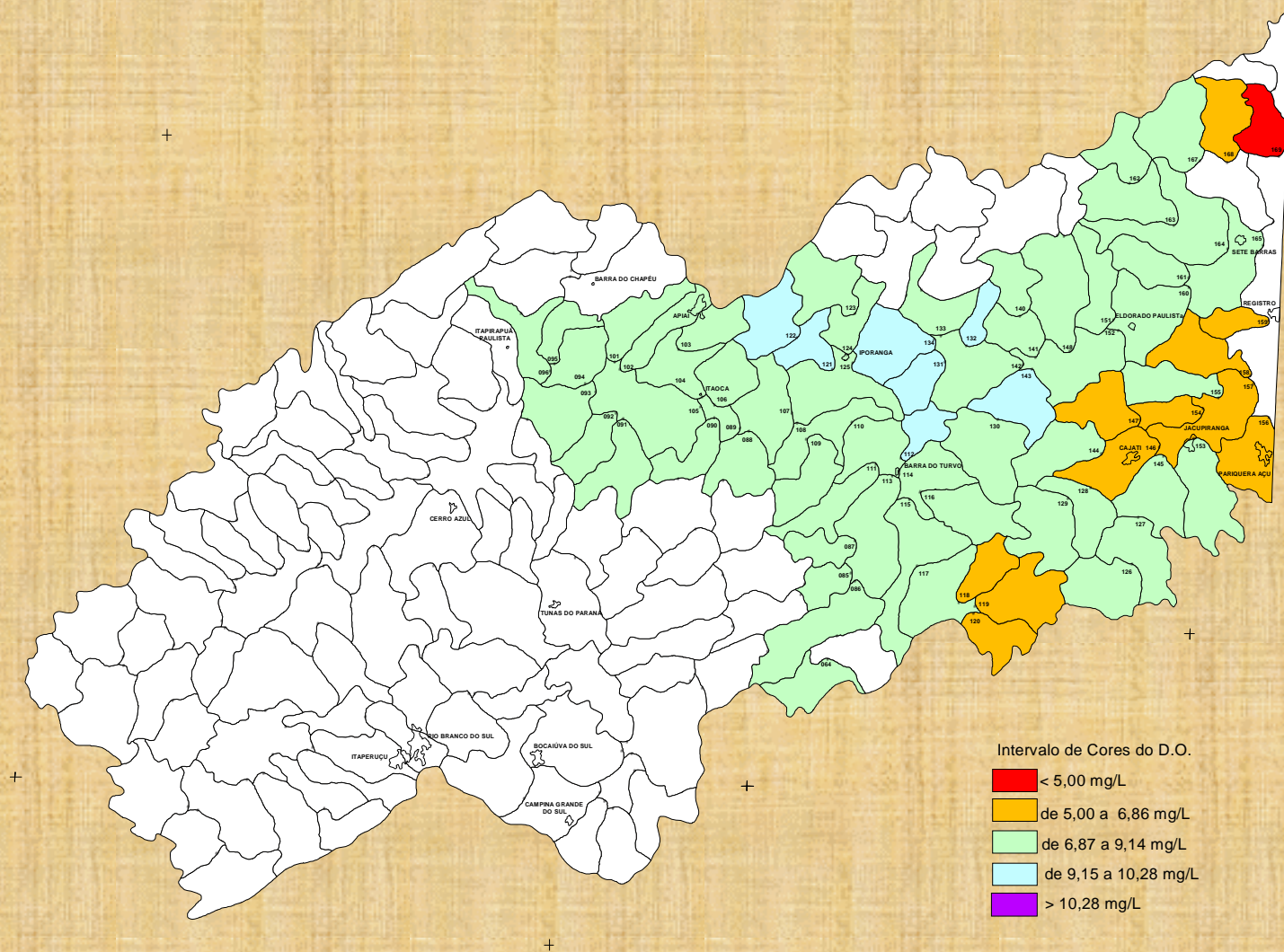
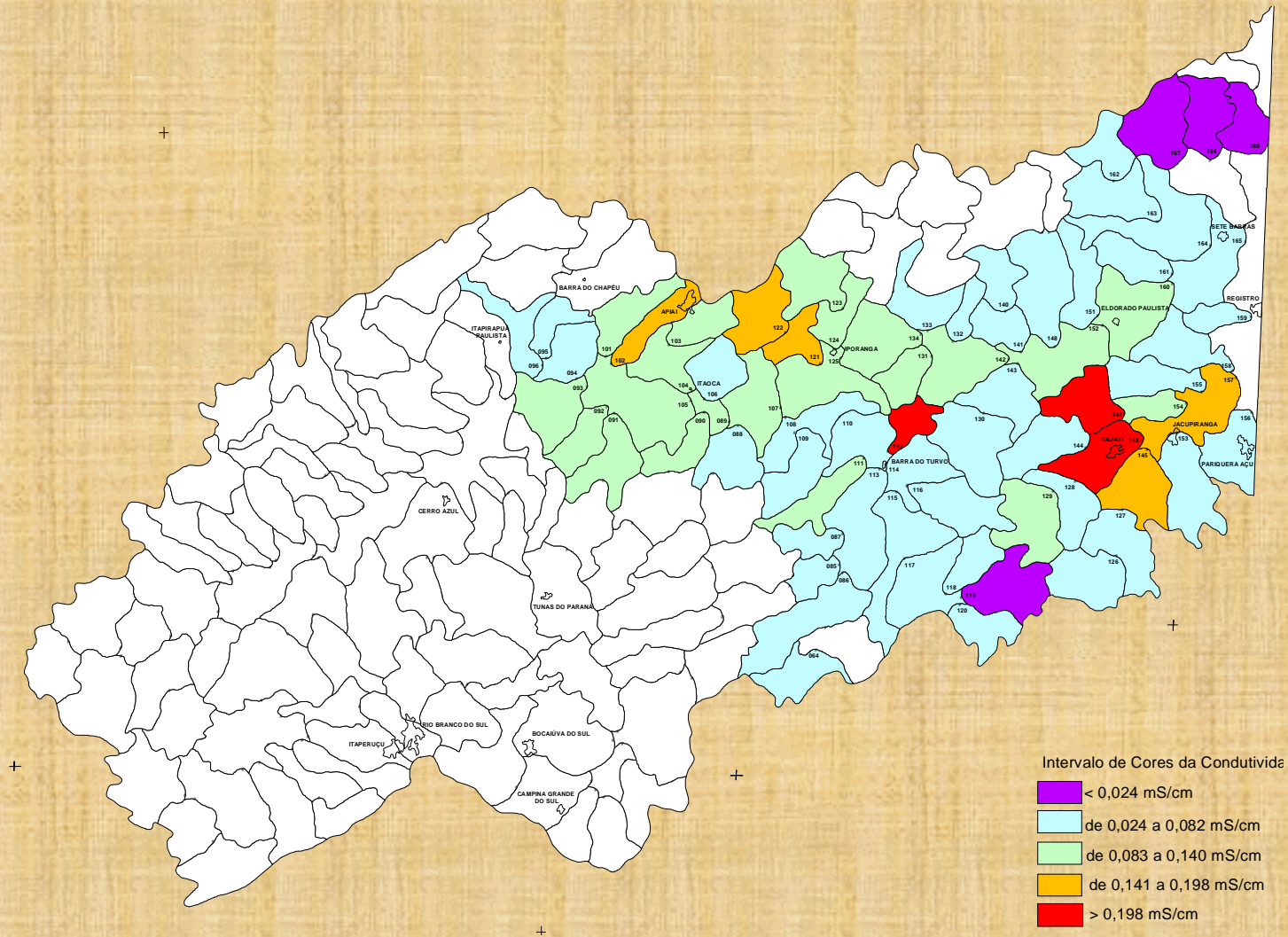


Figura 2 - Comportamento do pH nas águas fluviais

DISTRIBUIÇÃO DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS ÁGUAS FLUVIAIS



COMPORTAMENTO DA CONDUTIVIDADE NAS ÁGUAS FLUVIAIS



WORKSHOP DE GEOQUÍMICA

09 – 13 junho de 2003

CONCLUSÕES

Mapa Geoquímico ao Milionésimo:

1. Para atender aos projetos que ainda não estão arquivados na Base de Dados de Geoquímica da CPRM, a Ficha de Campo será adotada de forma provisória até a implantação definitiva das Bases SICAM e GEOBANK. A DIGEOQ enviará a todas as SUREG's uma cópia digital da Ficha de Campo com as explicações necessárias.
2. A DIGEOQ deverá solicitar ao DEINF a implantação de um processo sistemático para transformar os resultados analíticos de laboratórios externos em formato do boletim de análise adotado pelo LAMIN.
3. A Coordenação Nacional de Geoquímica deverá providenciar a implantação de uma Base de Dados provisória para armazenar os dados dos projetos concluídos, estabelecendo o programa VISUAL BASIC para transformar os dados analíticos.
4. A DIGEOQ deverá orçar um projeto para consistência dos dados históricos.
5. A Coordenação Regional de Geoquímica de BH deverá orçar projeto para implantação da litoteca em Caeté.
6. A Coordenação Nacional de Geoquímica enviará para as SUREG's cópia da base SEAG-CPRM para substituir a UGDB, e a DIGEOQ enviará cópia do Programa Estatístico GGOBI.
7. A geóloga Magda Guimarães preencherá uma planilha com os dados analíticos levantados por ela para o projeto de litogeoquímica na região amazônica e depois enviará para o geoquímico Carlos Alberto Lins, da SUREG RE.
8. A Coordenação Nacional de Geoquímica disponibilizará o Manual de Geoquímica na página da CPRM, na internet, em formato pdf.
9. Será dada continuidade das discussões das Bases de Dados Geoquímicos da CPRM (SICAM e GEOBANK).

Projeto Nacional de Geoquímica Ambiental e Geologia Médica – PGAGEM

1. O DEGET e as Coordenações Executiva (Gilberto Machado) e Técnica (Carlos Alberto Lins) deverão implementar o PGAGEM.
2. O DEGET deverá oficializar a estrutura do projeto.
3. A DIGEOQ solicitará aos Departamentos de Gestão Territorial – DEGET e de Geologia–DEGEO, Função Gratificada para os Coordenadores Regionais do PGAGEM.
4. A DIGEOQ deverá orçar as despesas para que os geoquímicos possam participar do IX Congresso Brasileiro de Geoquímica em novembro, em Belém e do curso de Geologia Médica em outubro, em Campinas, na UNICAMP.
5. A DIGEOQ deverá solicitar ao DEGET/DEGEO a compra de 5 (cinco) equipamentos HORIBA U10.
6. A denominação do projeto a nível nacional deverá ser Projeto Nacional de Geoquímica Ambiental e Geologia Médica – PGAGEM - BRASIL.

7. Metodologia de campo para o PGAGEM:

7.1 Sedimentos:

- Peneiramento no campo utilizando peneira de nylon de aproximadamente 60 mesh, em quantidade maior do que 3 kg de material.
- Envio das amostras dos sedimentos para análise química no laboratório comercial a ser estabelecido, em quantidade suficiente para fornecer aproximadamente 100g de finos (< 230 mesh, 63 μ m). Esta será a granulometria adotada para análise. Os lotes devem ser de até 100 amostras, com o número de lote, números de laboratório para as amostras e da unidade operacional.
- A metodologia do PGAGEM deverá incluir 10% de replicatas das amostras de sedimentos que forem analisadas em laboratórios externos para análise química no LAMIN.
- As amostras originais e replicatas serão preparadas nos respectivos laboratórios (LAMIN e comercial).
- As amostras replicatas de sedimentos enviadas ao LAMIN serão analisadas pelo pacote de ICP-AES com abertura por água régia.
- Alíquotas das amostras sem preparação deverão ser muito bem acondicionadas e enviadas para a SUREG-BH ou SUREG SA, para armazenamento em Caeté ou Feira de Santana.
- Deverá ser adotada, sempre que possível, o envio de amostras por via terrestre, com seguro.
- As amostras de sedimento serão analisadas no laboratório comercial por ICP-AES para 32 elementos por digestão por água régia (R\$ 11,90), para Hg por AAGV (R\$ 9,20), para Se por AAGH com digestão por HNO₃+H₃PO₄ (R\$ 9,15): Total = R\$ 30,25. Estes valores de referência são do Lakefield Geosol Ltda.
- Serão coletadas duplicatas de campo.

7.2 Água:

- Nos locais com água superficial, serão coletadas amostras de água, segundo metodologia a ser estabelecida.
- As amostras de água serão enviadas para o LAMIN, para análise química. Serão analisadas por ICP/AES para 30 elementos (cátions) e por cromatografia de íons para 7 ânions.
- Serão coletadas, também, amostras das águas utilizadas para consumo das populações, por município, onde for necessário (municípios que não possuem rede de abastecimento com água tratada), que deverão ser analisadas no LAMIN.
- As amostras de água deverão permanecer sob refrigeração, sempre que possível. Gilberto Machado deverá fazer um teste de comparação com os dados analíticos do Projeto Rio de Janeiro (amostras resfriadas X não resfriadas).
- Serão coletadas duplicatas de campo.

7.3 Solos:

- Serão coletadas 3 amostras de solo, por município, de 0 a 25 cm de profundidade. Será empregada a mesma sistemática de campo do sedimento, porém com aberturas EDTA 5% e total.
- A metodologia do PGAGEM deverá incluir 10% de replicatas das amostras de solo que forem analisadas em laboratórios externos para análise química no LAMIN.
- As amostras originais e replicatas serão preparadas nos respectivos laboratórios (LAMIN e comercial).
- Serão coletadas duplicatas de campo.

8. Os geoquímicos da CPRM deverão realizar consultas freqüentes ao PGAGEM, na página da CPRM, na internet.

9. Será estudada a possibilidade da utilização do gamaespectômetro e análise de radônio no PGAGEM.

10. Os geoquímicos, em seus trabalhos de campo, deverão registrar as fontes de contaminação observadas na área de estudo, tais como: lixões, áreas com passivo ambiental, cemitérios, indústrias, entre outras.

11. A DIGEOQ definirá o kit de amostragem de água.

12. O adensamento das amostras será de 1 amostra/200 km², porém a área de amostragem permanece de 50 a 100 km².

13. O PGAGEM deverá iniciar em áreas preferenciais: zonas degradadas, problemáticas e com unidades de conservação. Os resultados serão apresentados por estado.

14. Cada Coordenador Regional deverá enviar até 10 de julho para o Coordenador Executivo (Gilberto Machado) o seguinte material: área selecionada para estudo, mapa de pontos, alocação de pessoal (nomes, cargos e níveis, inclusive terceiros), cronograma de campo e orçamento do custeio.