

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

*Fambo*  
*002737*

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
DIVISÃO DE GEOQUÍMICA**

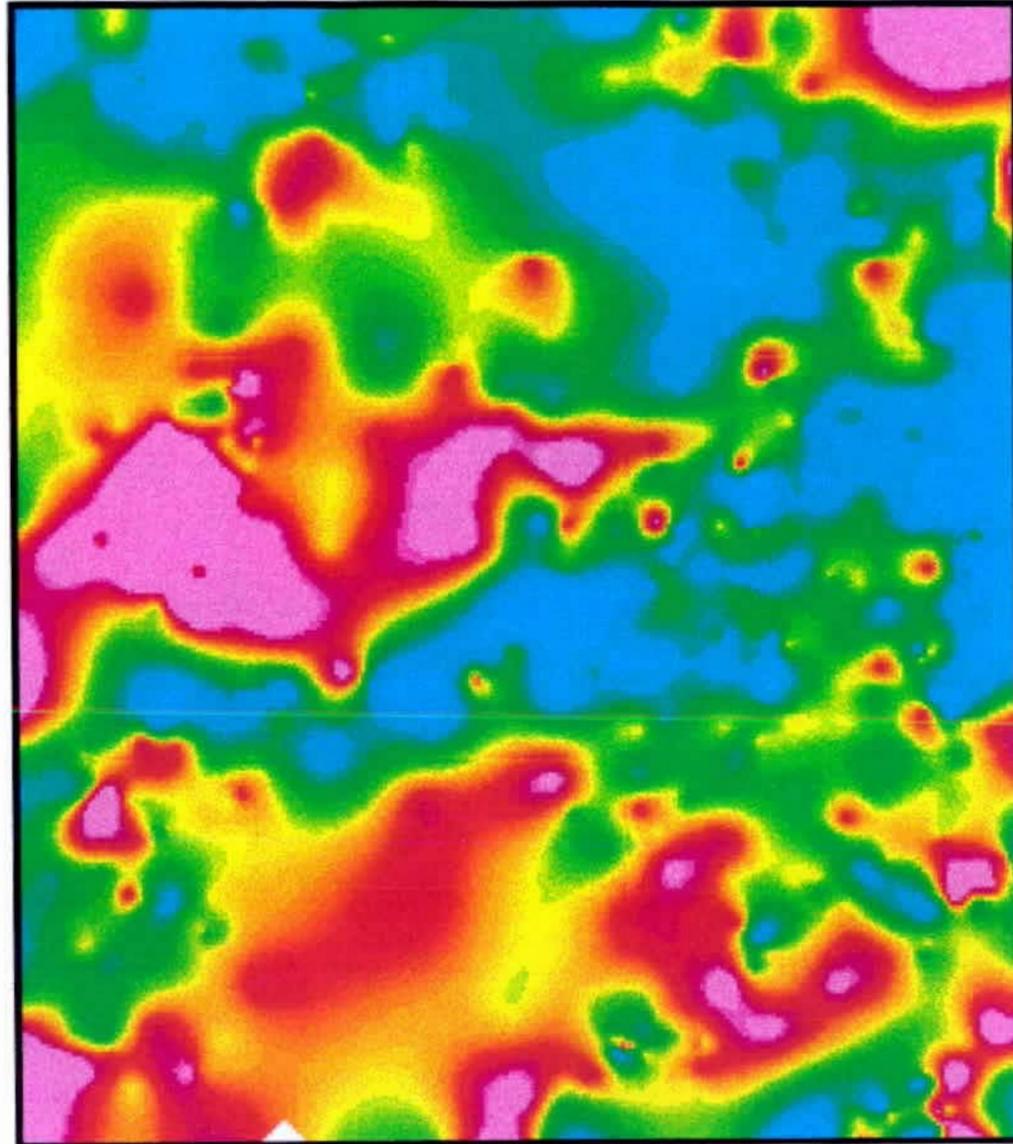
**PROJETO GEOQUÍMICA E MEIO AMBIENTE**

**1ª ETAPA**

**Fernanda Gonçalves da Cunha  
Gilberto José Machado**

**Colaboração de Eronilton Moraes Cavalcante**

**1997**



**Projeto Geoquímica  
e  
Meio Ambiente**

**1997**

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	04
OBJETIVOS .....	06
1 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA .....	07
2 - GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS .....	09
2.1. <u>DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS</u> .....	09
2.2. <u>RECURSOS MINERAIS</u> .....	11
3 - GEOQUÍMICA DO PROJETO SAPUCAÍ .....	13
4 - METODOLOGIA DA PRIMEIRA FASE DO PROJETO .....	15
5 - GERAÇÃO DE MAPAS GEOQUÍMICOS .....	16
6 - INTERPRETAÇÃO DOS MAPAS GEOQUÍMICOS .....	18
6.1. <u>APLICAÇÕES PARA ESTUDOS AMBIENTAIS E SAÚDE PÚBLICA</u> .....	18
7 - COMENTÁRIOS FINAIS .....	33
8 - BIBLIOGRAFIA CITADA .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de localização do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente .....	08
FIGURA 2 - Mapa Geológico da Área Estudada .....	12
FIGURA 3 - Distribuição do Zn em sedimentos de corrente .....	25
FIGURA 4 - Distribuição do Ni em sedimentos de corrente .....	26
FIGURA 5 - Distribuição do Cr em sedimentos de corrente .....	27
FIGURA 6 - Distribuição do Pb em sedimentos de corrente .....	28

FIGURA 7 - Distribuição do Co em sedimentos de corrente .....	29
FIGURA 8 - Distribuição do Mo em sedimentos de corrente .....	30
FIGURA 9 - Distribuição do Cu em sedimentos de corrente .....	31
FIGURA 10 - Relação Mo/Cu em sedimentos de corrente .....	32

### ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - Relação entre os elementos químicos e a geologia na área do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente .....	14
QUADRO 2 - Teores dos elementos estudados, em sedimentos de corrente, na área do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente.....	19
ANEXO 1 .....	37

## INTRODUÇÃO

O mapeamento geoquímico foi, originalmente, utilizado para efetuar estudos de detecção da potencialidade econômica em relação aos teores dos elementos químicos, mas atualmente cresce a tendência da utilização das técnicas do mapeamento geoquímico para estudos ambientais.

Estabelecer a relação causa-efeito entre os teores dos elementos químicos no solo, sedimentos, água, vegetação e ar e doenças endêmicas nos seres vivos, está sendo, desde a década de 70, tema de pesquisas científicas em vários países do mundo, principalmente Canadá, Suécia, Inglaterra, Noruega, Finlândia, China e Estados Unidos. É possível obter informações preliminares, sugerindo influências do meio ambiente nos processos de saúde e doenças, fazendo correlações entre a incidência de doenças endêmicas com o excesso ou deficiência de certos elementos nos solos, sedimentos e água. Também, a utilização dos dados de mapeamento geoquímico para fins de planejamento e uso do solo e monitoramento ambiental está sendo feita a partir dos estudos do reconhecimento geoquímico, possibilitando um detalhamento das áreas de interesse, consideradas problemáticas.

Um dos mais efetivos caminhos para observar a relação entre Geoquímica Ambiental e a relação saúde\doenças é examinar os dados sob a forma de mapas, onde as correlações ficam mais claras. Mapas geoquímicos regionais mostrando a distribuição dos elementos traços indicam: (1) os teores naturais dos elementos químicos no ambiente, dando informações de suas distribuições e dispersões; (2) poluição por atividades de mineração; e (3) áreas com deficiência ou excesso de elementos traço que podem ser prejudiciais a saúde dos animais e do homem.

O projeto "Geoquímica e Meio Ambiente", como área piloto, abrange parte da região do projeto Sapucaí, mapeada geológica e geoquimicamente pela CPRM em 1977. Este estudo foi baseado nos resultados das análises químicas realizadas em 590 amostras de sedimentos de corrente, cuja densidade de amostragem variou de 1:30 km<sup>2</sup> a 1:170 km<sup>2</sup>. Foram analisados 30 elementos por espectrografia semi-quantitativa. Dos elementos químicos analisados, foram selecionados: Pb, Zn, Ni, Cr, Cu, Co e Mo, que podem representar, segundo a literatura consultada, problemas de toxicidade, principalmente para o homem e animais.

Nesta primeira fase do projeto foi realizado uma pesquisa bibliográfica, recuperação dos dados geoquímicos referentes aos sedimentos de corrente do projeto Sapucaí, seguindo-se do tratamento dos dados recuperados, confecção de mapas geoquímicos, interpretação desses mapas e finalmente a seleção de

duas áreas para pesquisa detalhada: a região de Poços de Caldas e a região do projeto São Gonçalo do Sapucaí, realizado pela CPRM em 1988.

Na segunda fase deste projeto, será feito um estudo geoquímico detalhado nas duas regiões destacadas acima, utilizando não só outros dados analíticos já existentes e disponíveis (como por exemplo os da ex-NUCLEBRÁS e os do projeto São Gonçalo do Sapucaí), como também deverá haver etapas de campo para coleta de amostras de sedimentos de corrente e possivelmente água. Será realizada, ainda, uma pesquisa junto aos órgãos públicos de saúde, agricultura e meio ambiente, para obter dados locais dessas áreas que possam auxiliar nas correlações entre os teores dos elementos químicos e problemas ambientais e de saúde que possam existir, tais como fertilidade do solo, doenças no gado, poluição de rios por aplicação de agrotóxicos, depósitos de lixo urbano, etc. A partir desses dados, serão gerados mapas geoquímicos, com identificação de áreas com solos deficientes ou anormalmente enriquecidos naturalmente ou não em elementos maiores e traço, que poderão subsidiar as ações governamentais com informações quantitativas e/ou qualitativas para o planejamento e a execução de projetos voltados para os problemas ambientais que eventualmente possam existir.

## OBJETIVOS

Estudos ambientais deste tipo, ainda são raros em nosso país, portanto não se conhece a aplicabilidade desse tipo de pesquisa em nosso território.

O objetivo deste estudo é mostrar as tendências geoquímicas, através de mapas, em relação ao excesso ou deficiência de elementos traço, no solo, sedimentos de corrente e na água, que podem afetar a saúde do homem, dos animais e dos vegetais. Com isto estaremos dando uma valiosa contribuição para a agricultura, pecuária, saúde pública e estudos ambientais, que são de grande importância em nosso país.

A região abrangida pelo projeto Sapucaí, é bastante indicada para este tipo de estudo, porque aí encontramos zona rural (com pecuária e agricultura), zona urbana e a presença de áreas mineralizadas, havendo possivelmente, pastagens implantadas em áreas antes mineradas ou com rejeitos de mineração.

É importante observar que estudos desse tipo podem ainda contribuir para cartografia geológica de "anomalias" por associações específicas que indicam a presença de rochas máficas/ultramáficas, rochas alcalinas e rochas graníticas, como ainda, ser uma ferramenta bastante útil para o rastreamento de concentrações anômalas de elementos químicos de interesse (farejadores), como por exemplo: As (farejador de Au e de sulfetos); B em terrenos graníticos (farejador de depósitos de Sn e W); Zn e Cu no embasamento cristalino e rochas sedimentares, indicando depósito de sulfetos.

## 1 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

A primeira fase do projeto foi estudada numa área de aproximadamente 44.880 km<sup>2</sup>, entre os meridianos 45°00' e 47°00' W e 21°00' e 23°00' S, abrangendo o sudoeste de Minas Gerais e nordeste de São Paulo, a partir dos dados obtidos no projeto Sapucaí (Daitx & Addas, 1977), realizado em 1977 pela CPRM. (Figura 1)

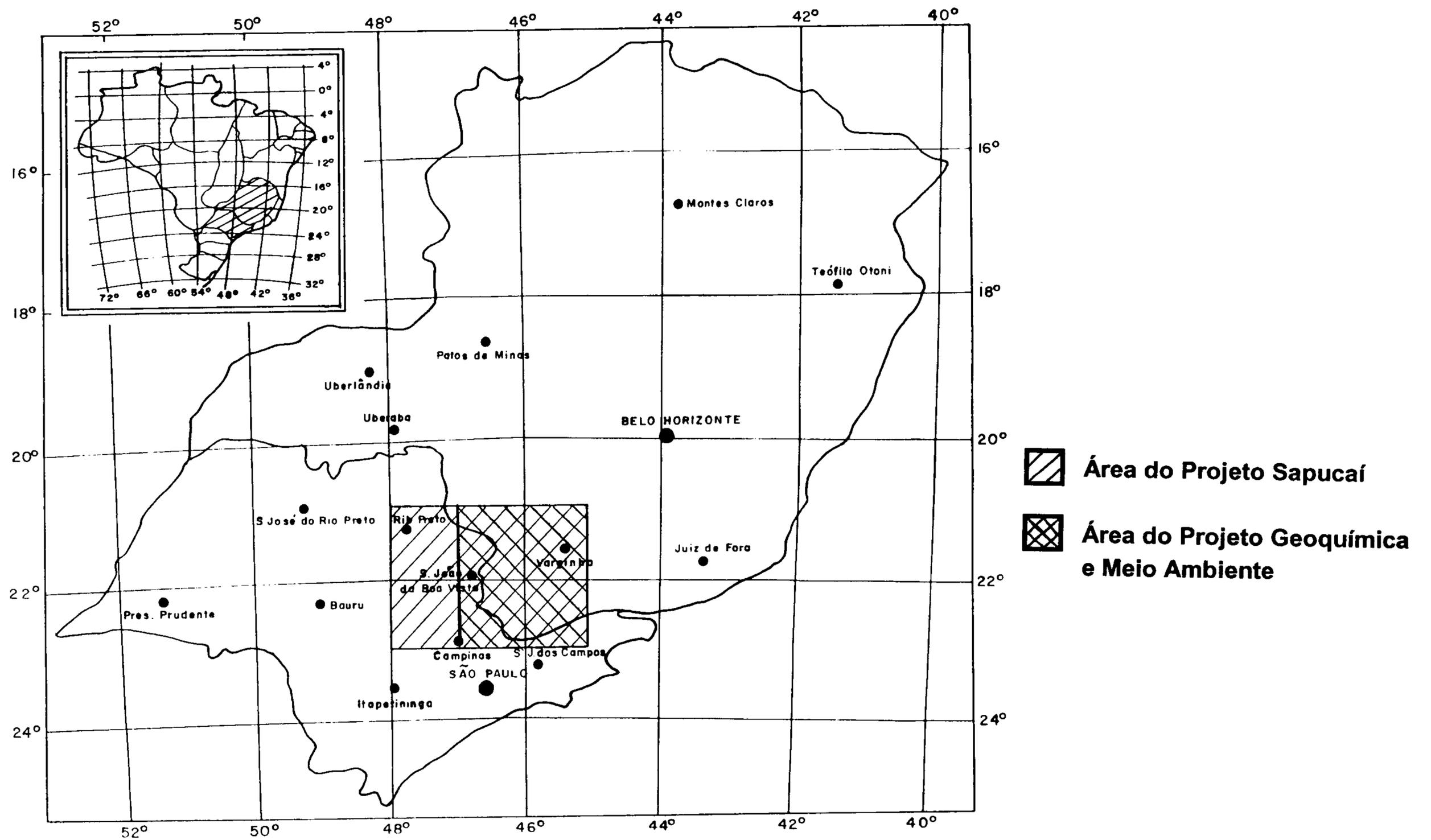
O clima da região é tropical com áreas temperadas localizadas.

Devido as atividades econômicas predominantes na área (pecuária e agricultura), ocorreu intensa devastação da cobertura vegetal. No entanto, nas áreas com relevo mais acidentado, ainda é possível observar resquícios da vegetação primitiva, que distribui-se entre os tipos mesófila (tropical); subtropical; de araucária e costeira, além de cerrados e campos limpos.

Os solos predominantes na área são latossolos e podzol, embora ocorra também litossolos e solos aluviais e hidromórficos nos vales dos principais rios.

As feições geomorfológicas predominantes na área são as dos maciços modelados em rochas cristalinas, constituindo o chamado planalto Atlântico, que se encontra subdividido em sete zonas: planalto Sul de Minas, zona cristalina do Norte, planalto de Campos do Jordão, Serra da Mantiqueira, Médio Vale do Paraíba, planalto de Paraitinga e Serra da Canastra.

As principais bacias hidrográficas da região são: Paraíba do Sul, Pardo, Sapucaí, Mogi-Guaçu, Grande e Jaguari.



**Figura 1 - Mapa de Localização da Área do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente**

## 2. GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

Segundo o Projeto RADAMBRASIL (1983), geologicamente a área é constituída, predominantemente, por rochas heterogêneas do Pré-Cambriano, que se subdividem em função de suas principais características petrográficas regionais em seis principais Complexos: Barbacena, Campos Gerais, Varginha, Paraíba do Sul, Amparo e Paraisópolis, e nos Grupos Andrelândia, Itapira e Canastra datados do Proterozóico Inferior. Aparecem ainda maciços graníticos tardi a pós-orogênicos em relação ao ciclo Brasileiro. Ocorre ainda, na região, as rochas alcalinas de Poços de Caldas do Cretáceo Superior, que engloba uma região de 800 km<sup>2</sup>, além das Bacias Sedimentares de Taubaté e do Paraná (Figura 2).

### 2.1. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS

Segundo os autores do Projeto RADADMBRASIL (1983) as unidades geológicas da área estudada são:

- Bacia Sedimentar de Taubaté: esta Bacia pode ter se originado no final do Cretáceo, com a deposição de sedimentos durante todo o Terciário. Na área estudada, ela ocupa uma estreita faixa à sudeste da região, fazendo contato com o Complexo Paraíba do Sul. Constitui-se de arenitos, arcóseos, conglomerados, argilitos e folhelhos betuminosos.
- Intrusivas alcalinas e alcalino-básico-ultrabásicas: o maciço alcalino de Poços de Caldas, é considerado uma das maiores intrusões alcalinas do globo terrestre, abrangendo cerca de 800 km<sup>2</sup>. Os principais tipos petrográficos encontrados são: foiaítos, tinguaítos e fonolitos. Aparecem ainda, em menor proporção, lujauritos, chibinitos, rochas piroclásticas, ankaratritos, hidrotermalitos "potássicos". Na porção centro-sul do maciço, as soluções hidrotermais tardias atuaram em larga escala, formando rochas enriquecidas em potássio e empobrecidas em sódio. A essa atividade hidrotermal associam-se as mineralizações de zircônio, urânio, tório e terras raras, bem como a surgência de águas termais. Na parte oeste do maciço, situa-se a faixa principal de exposição das rochas piroclásticas (tufos, brechas vulcânicas e aglomerados) associadas a sedimentos arenosos e lavas ankaratríticas (Daitx & Addas, 1977).
- Bacia Sedimentar do Paraná: as rochas sedimentares, predominantemente paleomesozóica, afloram apenas numa estreita faixa à oeste da área estudada e é constituída por arenitos, diamictitos, ritmitos, siltitos e folhelhos.

- Suites intrusivas Pinhal e Três Córregos: são formadas por granitos pós-tectônicos, com variações texturiais e composicionais e granitos sin a tarditectônicos.
- Grupo Itapira: os autores do projeto RADAMBRASIL (1983) identificaram a presença de metassedimentos em cinco faixas quase que paralelas, alinhadas na direção sudoeste-nordeste. Nessas faixas afloram xistos, anfibolitos, quartzitos, rochas calcossilicatadas, mármore e pequenos corpos de gongolitos.
- Grupo Andrelândia: a semelhança litológica, o alinhamento estrutural, o mesmo número e a mesma sequência de fases de deformação observadas nos Grupos Andrelândia e Itapira permitem considerá-los correlatos, porém o que os separou foi a falta de continuidade física entre eles. Este grupo é formado, predominantemente por metassedimentos.
- Grupo Canastra: este grupo, também é formado predominantemente por metassedimentos, é datado no Proterozóico Inferior.
- Complexo Paraíba do Sul: esta denominação é utilizada para abranger um agrupamento de rochas composto predominantemente por gnaisses e migmatitos, extremamente bandados e cataclásticos no vale do rio Paraíba do Sul. Inclui, ainda, subunidades de rochas kinzigíticas, charnockíticas e granitóides, além de lentes de quartzitos, calcossilicáticas, anfibolitos, metabásicas e mármore.
- Complexo Amparo: esta denominação foi utilizada para caracterizar o conjunto litológico constituído por gnaisses migmatizados ou não e blastomilonitos. Esta unidade, à semelhança com o Complexo Paraíba do Sul, reúne litótipos resultantes de deformação compressiva e migmatização do embasamento gnáissico e de rochas supracrustais. São encontrados, também nesta unidade gnaisses facoidais, lentes de ultrabásicas, metaultrabásicas, metabásicas, mármore e áreas miloníticas com lentes de quartzitos.
- Complexo Barbacena: é formado por um conjunto de metatexitos com paleossomas xistosos básicos e ultrabásicos e neossomas granodioríticos e graníticos.
- Complexo Campos Gerais: esta denominação é dada ao conjunto de milonito-gnaisses, filonito, granitóides cataclasados, metabasitos e calcossilicáticas.
- Complexo Varginha: o termo Complexo Varginha se restringe às litologias das fácies granulítica e anfibolítica, tratando-se de rochas de arranjo complexo associadas a migmatitos, podendo exibir variações laterais de fácies desde granulito até anfibolito de alto grau.

- Complexo Paraisópolis: é formado por rochas da suite charnockítica com estruturas migmáticas, situadas no Maciço de Socorro.
- Granito Porto dos Mendes: é um granito cinza claro, pórfiro e localmente orientado, que aflora a nordeste da área estudada, considerado pelos autores do projeto RADAMBRASIL (1983) como um corpo individualizado.

## 2.2. RECURSOS MINERAIS

Os principais recursos minerais metálicos, a bauxita e as mineralizações zircônio-uranífera (caldasito), concentram-se na região de Poços de Caldas, bem como as ocorrências de tório, molibdênio e terras raras. No restante da região existem também ocorrências de "rochas potássicas", cromita, ferro, manganês e ouro. Como bens minerais não-metálicos, ocorrem águas minerais, argilas, dolomitos, pegmatitos e areia industrial (Daitx & Addas, 1977).

FIGURA 2  
MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA ESTUDADA



FONTE: PROJ. RADAMBRASIL (1983)  
Simplificado pela DIGEOQ em 1997.

Escala aprox.: 1:2.000.000

LEGENDA:

- 1 BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ
- 2 INTRUSIVAS ALCALINAS
- 3 BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ
- 4 SUÍTES INTRUSIVAS PINHAL E TRÊS CÓRREGOS
- 5 GRUPO ITAPIRA
- 6 GRUPO ANDRELÂNDIA
- 7 GRUPO CANASTRA
- 8 COMPLEXO PARAÍBA DO SUL
- 9 COMPLEXO AMPARO
- 10 COMPLEXO BARBACENA
- 11 COMPLEXO CAMPOS GERAIS
- 12 COMPLEXO VARGINHA
- 13 COMPLEXO PARAISÓPOLIS
- 14 GRANITO PORTO DOS MENDES

### 3. GEOQUÍMICA DO PROJETO SAPUCAÍ

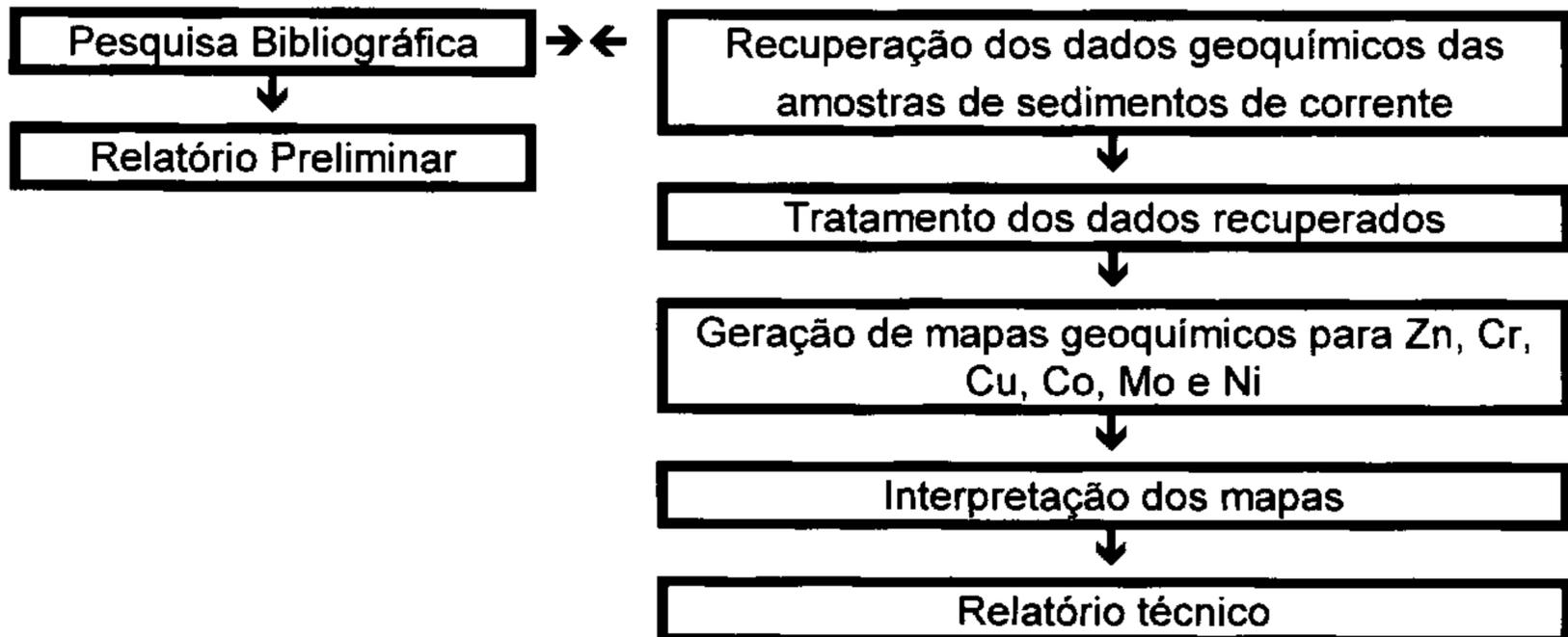
O levantamento geoquímico regional realizado no projeto Sapucaí (Daitx & Addas, 1977), foi constituído por 590 amostras de sedimentos de corrente, 42 amostras de concentrados de batéia e 9 de rochas. A densidade amostral dos sedimentos de corrente variou entre 1:30 km<sup>2</sup> a 1:170 km<sup>2</sup>. As amostras de sedimentos de corrente (fração menor que 80 *mesh*) e de rochas foram analisadas por espectrografia ótica semi-quantitativa para 30 elementos. Os concentrados de batéia, coletados em sua maioria em faisqueiras abandonadas, foram dosados para ouro e prata, por absorção atômica.

A interpretação geoquímica realizada na região, através do Projeto Sapucaí, nos permitiu a distinção de relações entre elementos e a geologia da área amostrada, resumidas no quadro 1.

**Quadro 1.****Relação entre os elementos químicos e a geologia na área do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente**

<b>Aspectos geológicos</b>	<b>Teores destacados</b>	<b>Especificações gerais</b>
<b>Complexo granitóides-migmatíticos (Varginha)</b>	Teores elevados de V, Zr e Pb e baixos teores de B	Processos metassomáticos brasileiros
<b>Maçiços granulíticos-charnoquíticos ou anfibolíticos</b>	Teores altos em Cu, Co, Ni, Sc e Nb	
<b>Litotipos granatíferos do Complexo Varginha (xistos, gnaisses e granoblastitos)</b>	Teores altos de Cu, Sc, Cr e Ni	Originados de sedimentos pelítico-aluminoso associados a material básico-ultrabásico
<b>Manifestações Pneumatolíticas</b>	Nb, Sn e Mo	(ligados ao conjunto acima)
<b>Porção Sul do Complexo Amparo</b>	Teores altos em Ni, Co, Cu, Ba, Pb, Nb e Sr	Geoquimicamente semelhante ao Grupo Itapira
<b>Porção Leste de Pouso Alegre do Complexo Amparo</b>	Teores elevados de Y e La	
<b>Ortognaisses graníticos do Complexo Amparo</b>	Altos teores de Pb e Ba	
<b>Grupo Itapira</b>	Teores altos em Ni, Co, Cu, Ba, Pb, Nb e Sr	Os teores de Cu são mais baixos que na parte Sul do Complexo Amparo
<b>Complexo Paraíba do Sul</b>	Predomínio de teores de B, Be, La, Y, Ba e Pb	Elementos comumente associados as rochas ácidas
<b>Grupo Andrelândia e Complexo Campos Gerais</b>	Teores elevados de B, por vezes associado a Y, La e Nb	Sequências com rochas epi e mesometamórfica
<b>Complexo Campos Gerais</b>	Padrões alterados com anomalias de Cu, Cr, Ni e Co	(Em particular, enriquecidos em corpos básicos metamorfisados)
<b>Intrusão alcalina de Poços de Caldas</b>	Teores elevadíssimos de Nb, Pb, Be, Mo e La	
<b>Rochas piroclásticas da borda oeste de Poços de Caldas</b>	Teores altos de Cr, Cu, Ni e Sc	Refletem a composição básico-ultrabásica das rochas
<b>Porções fenitizadas nos contatos das encaixantes granitóides-migmatíticas e o maciço de Poços de Caldas</b>	Altos teores de Sr e Ba, bem como elementos associados as alcalinas	

#### 4 - METODOLOGIA DA PRIMEIRA FASE DO PROJETO



A primeira etapa do presente estudo constou de:

- pesquisa bibliográfica: foi realizada através das bibliotecas da CPRM, UFF e da FIOCRUZ, resultando em um relatório de bibliografia comentada;
- recuperação dos dados geoquímicos de sedimentos de corrente do projeto Sapucaí, da base de dados QUIM. Utilizou-se o programa GEOQUANT (Branco et al, 1990) para gerar matrizes ASCII;
- tratamento dos dados geoquímicos recuperados da base de dados: eliminação dos qualificadores através do programa REPLAC do GEOQUANT (ibid); utilização do programa GEOQXYZ, que transforma as matrizes GEOQUANT em matrizes no formato XYZ. Estas últimas matrizes são a entrada dos dados no software de geração de mapas geoquímicos;
- geração de mapas geoquímicos dos elementos Zn, Cr, Cu, Mo, Ni e Co, que são considerados, segundo a literatura consultada, prejudiciais a saúde do homem, animais e vegetais, quando ocorrem em altas ou muito baixas concentrações no solo, sedimentos e na água: foi realizado com a utilização do software *Oasis Montaj - Data Processing System for Earth Science Applications*, do GEOSOFT (1996);
- relatório técnico.

## 5 - GERAÇÃO DE MAPAS GEOQUÍMICOS

Segundo Appleton & Ridgway (1993), a composição da amostra de sedimento de corrente reflete muito melhor a química da área estudada do que a amostra de solo, sendo mais apropriada para ser utilizada como meio de amostragem em trabalhos regionais. Eles constataram, numa pesquisa realizada na Bolívia, Quênia, Sumatra e Suíça, que os mapas geoquímicos regionais baseados em amostras de sedimento de corrente, indicaram áreas com deficiência de Cu, Zn, Mn e Co e excesso de Mo e deram resultados positivos em relação aos trabalhos desenvolvidos por veterinários na região, onde foi identificadas deficiências de Cu e Zn nas pastagens e no gado nessa área. Estudaram, ainda, o impacto ambiental em relação ao As associado com mineralização de Au, no aparecimento de doenças no gado. Eles mostraram, assim, que mapas desse tipo, podem indicar áreas para futuros estudos de investigação.

Segundo esses autores, os dados geoquímicos podem ser utilizados, ainda, para indicar associações entre teores de elementos traço no ambiente natural e desordens clínicas no homem. Através de mapas geoquímicos pode-se selecionar áreas para pesquisa de alimentos, de água e para pesquisas médicas, particularmente em áreas rurais.

No Projeto Geoquímica e Meio Ambiente foram utilizados os resultados analíticos de 590 amostras de sedimentos de corrente, coletadas no Projeto Sapucaí (1977), com densidade de amostragem variando de 1:30km<sup>2</sup> a 1:170km<sup>2</sup>. Foram analisados 30 elementos por espectrografia semi-quantitativa. Dos elementos químicos analisados foram selecionados: Pb, Zn, Ni, Cr, Cu, Co e Mo, por serem considerados tóxicos aos seres vivos, quando estão em altas concentrações no meio ambiente.

Devemos ressaltar que o método analítico empregado para análise das amostras de sedimentos de corrente no Projeto Sapucaí, se mostrou adequado aos objetivos propostos pelo projeto, porém para o nosso estudo geoquímico, no Projeto Geoquímica e Meio Ambiente, esses resultados são válidos somente para a primeira etapa do projeto, na qual o objetivo é ter uma visão da tendência geoquímica, em relação a dispersão dos elementos químicos no meio amostrado. Na segunda etapa do projeto, será necessário um estudo geoquímico mais detalhado das áreas, escolhidas como piloto, para caracterização do excesso ou deficiência dos elementos no meio ambiente, que possa ser correlacionado com problemas de saúde no homem, nos animais e nos vegetais. Então será necessário a utilização de métodos analíticos que nos forneçam resultados mais precisos.

Para confecção e impressão dos mapas geoquímicos foi utilizado o software canadense *Oasis Montaj - Data Processing System for Earth Science Applications*, (version 4.0, 1996), versão do GEOSOFT, para utilização no Windows 95.

Foram gerados sete mapas geoquímicos, sendo um para cada elemento selecionado, e um outro mapa, mostrando a relação Mo/Cu.

## 6 - INTERPRETAÇÃO DOS MAPAS GEOQUÍMICOS

Os mapas geoquímicos tem numerosas aplicações. Áreas onde ocorrem altos teores de determinados elementos podem evidenciar alta potencialidade para exploração mineral, auxiliar na definição da geologia, áreas naturalmente perigosas ao meio ambiente ou áreas perigosas decorrente de rejeitos urbanos e industriais, aplicação de fertilizantes e pesticidas, como ainda evidenciar áreas localizadas com ocorrência de doenças endêmicas, tanto no gado, quanto no homem.

Também regiões com depleção de certos elementos podem ser úteis na mineração e no estudo de doenças endêmicas.

Sendo assim, esses mapas serão de grande utilidade para autoridades em saúde pública, planejamento do uso e ocupação do solo rural e urbano e estudos ambientais em geral, além de representar uma ferramenta auxiliar na definição da geologia e exploração mineral.

Como ferramenta auxiliar na definição da geologia, podemos exemplificar, que na área de estudo, a maioria das feições geológicas relacionadas aos corpos básico-ultrabásicos estão, claramente, delimitadas nos mapas geoquímicos do Ni, Cr, Co e Cu, que são os elementos químicos característicos desses tipos de rocha, conforme já observado no quadro 1.

Confrontando os mapas geoquímicos desses elementos (fig. 2, 3, 5 e 7) com o quadro 1, observa-se que os teores mais altos de Ni, Cr, Co e Cu ocorrem, principalmente, nos maciços granulíticos-charnoquíticos, nos litotipos granatíferos do Complexo Varginha, que são originados de material básico-ultrabásico, porção sul do Complexo Amparo, Grupo Itapira e Complexo Campos Gerais, como também na região de rochas pirocláticas da borda oeste de Poços de Caldas, que refletem a composição básico-ultrabásica das rochas.

### 6.1. APLICAÇÕES PARA ESTUDOS AMBIENTAIS E SAÚDE PÚBLICA

Marques & Amatneeks (1994), afirmaram que as deficiências minerais mais comuns nos animais herbívoros estão diretamente relacionadas às características físico-químicas do solo. Formações geológicas jovens e alcalinas são mais ricas em microelementos do que as formações mais velhas, ácidas e arenosas. Nas regiões tropicais, as chuvas pesadas e altas temperaturas lixiviam e destroem os solos, tornando-os deficientes em microelementos. A medida que o pH dos solos aumenta, a disponibilidade e absorção de Fe, Mn, Zn, Cu e Co decrescem, enquanto as concentrações de Mo e Se aumentam. Outro fator importante é o manejo do solo, como por exemplo: alto nível de calagem, pode acentuar a

toxicidade do Se e Mo no animal, sendo que teores elevados desses dois elementos na planta diminuem a absorção do Co e Mn, provocando sua deficiência.

O gado ao ingerir o pasto, ingere também grandes porções de solo, e é sem dúvida, uma fonte nutricional de elementos traço (Co, Cu, Zn, Se, etc.).

Segundo Purves (1977), o excesso de elementos que são biologicamente essenciais aos animais, tais como Cu, Mn e Zn, produz menos efeitos tóxicos do que o excesso de certos elementos não essenciais, tais como Hg, Cd, Pb, Bi e Th. Também, os elementos que são os maiores componentes da crosta terrestre, como o Si, Al e Fe, geralmente não envolvem condições de toxicidade.

O quadro 2 mostra as concentrações, em ppm, dos elementos selecionados para este estudo, analisados no Projeto Sapucaí, em amostras de sedimentos de corrente.

## Quadro 2

Teores dos elementos estudados, em sedimentos de corrente, na área do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente

Elementos	Varição dos teores (ppm)
Zn	< 200
Ni	< 5 - 60
Cu	< 5 - 100
Cr	7 - 240
Pb	< 5 - 65
Co	< 5 - 30
Mo	< 5 - 60

### • Zinco, Níquel e Cromo

Segundo Schroeder (1966), Angino et al (1974), Allaway et al (1974), Brooks (1978) e Marques & Amatneeks (1994), o Zn, Ni e Cr são elementos traço conhecidos como essenciais a saúde do homem e dos animais, e no caso do Zn, esse elemento é também essencial aos vegetais. Esses elementos estão presentes em quase todos os tipos de solo e plantas, em pequenas quantidades.

Na área do estudo podemos ressaltar que:

1 - O Zn só pode ser considerado tóxico se ocorre em concentrações muito altas em solos,  $\geq 1\%$ , para os cereais (Thornton et al, 1986) e  $> 500\text{ppm}$ , para os

animais. Porém, se está presente em muito baixas concentrações no solo e na vegetação, < 10ppm, pode aparecer os primeiros sintomas de deficiência de Zn no gado: redução do crescimento, queda de pelos com ressecamento da pele, que fica vermelha, escamosa e quebradiça, também inflamação do nariz e da boca e ainda inflexibilidade das articulações (Marques & Amatneeks, 1994). E para o homem, o Zn é um fator crítico para o seu crescimento ósseo, cicatrização de feridas e até para doenças crônicas, como por exemplo desordens ósseas, na pele e nas juntas (Pories et al, 1971).

Observamos que, na área estudada (figura 3), as amostras apresentaram, na sua maioria, valores < 200ppm de Zn, e de acordo com o parágrafo acima, provavelmente não apresenta perigo em relação a toxicidade, tanto para os vegetais, quanto para os animais.

Porém, devido ao método analítico utilizado no Projeto Sapucaí, o alto valor do limite mínimo de sensibilidade do Zn (200ppm), não foi possível precisar os baixos teores, sendo assim, é necessário um estudo mais criterioso das concentrações de Zn que ocorrem na área, porque a deficiência deste elemento nos vegetais e nos animais pode vir a ser um fator crítico na região.

Também, Kubota & Alloway (1972), afirmaram que a distribuição geográfica de alguns problemas relacionados a elementos traço pode ser alterado pelas atividades humanas, como é o caso do Zn: com o acréscimo de fósforo no solo, ocorrem interações envolvendo Zn, P e Fe, levando a pouca utilização do Zn pelas plantas.

2 - Marques & Amatneeks (1994) afirmaram que o Ni é um constituinte normal no organismo dos animais e do homem, mas apresenta sintomas tóxicos quando os teores estão acima de 40ppm, aparecendo a perda de apetite e o retardamento no crescimento.

O Ni, na área do projeto Sapucaí (figura 4), também parece não representar perigo à saúde dos seres vivos, porque segundo Kubota & Alloway (1972), geralmente, somente os solos resultantes de serpentinitos com 2.600 a 7.000ppm de Ni provocam toxidez em plantas, causando problemas de crescimento, clorose e deficiência de Mn e Zn, e também altos teores de Ni implicam em baixa fertilidade dos solos.

3 - A forma e a concentração de Cr que está solúvel no solo são muito importantes para caracterizar ou não fitotoxidez. A forma  $Cr^{6+}$  é mais facilmente absorvida e é mais tóxica, o que não ocorre com o  $Cr^{3+}$ , que é praticamente insolúvel (Baetjer, 1956).

O Cr em relação ao homem pode representar danos a sua saúde, mais pela sua deficiência do que pelo seu excesso, podendo resultar no retardo do

crescimento, hiperglicemia e glicosuria. Esses sintomas ocorrem quando a dieta contém menos do que 100ppb Cr. Ele atua sobre a produção de insulina, provavelmente através do  $\text{Cr}^{3+}$ .

Animais toleram até 100ppm Cr sem que apresentem efeitos adversos (Romoser et al, 1961).

Na China, na cidade de Funing, foi observado baixa concentração de Cr nos sedimentos de corrente (< 70ppm) e pode ser correlacionado com doenças cardiovasculares e diabetes (Xuejing & Tianxiang, 1993).

Na área de estudo (figura 5), observa-se teores muito baixos de Cr (7ppm), principalmente em algumas regiões da faixa central da área: Poços de Caldas e São Gonçalo de Sapucaí, como também na região mais a sudeste: Monteiro, Lobato, Pindamonhangaba, Aparecida, Lorena etc..

- Chumbo

A disponibilidade de Pb nos solos para as plantas é baixa porque o Pb forma complexos bastante estáveis com a matéria orgânica. A absorção de  $\text{Pb}^{2+}$  pelas plantas sofre competição do  $\text{Ca}^{2+}$ , dificultando a absorção radicular daquele, fazendo com que a sua incorporação no vegetal seja baixíssima.

Segundo Brooks (1978) o teor de Pb na área de estudo (figura 6) pode ser considerado normal em relação a abundância crustal (1 - 100ppm) e de acordo com Thornton et al (1986), o Pb só representa perigo de toxicidade quando presente no solo acima de 1%.

Marques & Amatneeks (1994) dizem que a intoxicação por Pb ocorre em animais que pastejam em áreas próximas a mina de Pb, pela ingestão de tintas com óxido de Pb ou em locais ou pastagens formadas em áreas com rejeitos de mineração ou indústria. O que na área do estudo não é o caso.

- Cobalto

O Co apresenta a mais baixa ordem de toxicidade para o homem, entre os elementos estudados.

A toxicidade de Co ocorre com maior frequência nos animais em pastejo e é largamente disseminada na maioria dos países tropicais. No Brasil, a deficiência de Co recebe as denominações de "peste de secar", "sablose", "mal de colete" e "mal de fastio", se caracterizam por perda de apetite, pele e pelagem ásperas, letargia, perda de peso, que se seguem de anemia, falhas na reprodução e

gradual diminuição da produção leiteira (Marques & Amatneeks, 1994). A carência de Co interfere negativamente na síntese da vitamina B12, que por sua vez, interfere na assimilação do Fe no organismo. Geralmente, pessoas com baixo teor de Co apresenta, também, baixo teor de Fe no organismo, podendo desenvolver anemia.

Segundo Bowen (1979), áreas com solo apresentando baixas concentrações de Co, pode ocorrer na região o aparecimento de doenças nos mamíferos ruminantes.

Na área de estudo, este elemento ocorre em baixas concentrações: 7 a 20ppm (figura 7).

- Molibdênio e Cobre

Segundo Marques & Amatneeks (1994) e Brooks (1978), o Mo é essencial ao organismo animal e o Cu é um elemento essencial na nutrição das plantas.

Observando-se os mapas geoquímicos do Mo (figura 8) e do Cu (figura 9), constata-se altas concentrações de Mo (> 50ppm) localizadas, quase que exclusivamente na região do maciço alcalino de Poços de Caldas, delimitando-a, como ainda nas áreas próximas a Varginha, enquanto, nestas mesmas regiões, ocorrem as mais baixas concentrações de Cu (< 4ppm) da área em estudo.

Altas concentrações de Cu ocorrem na borda oeste do maciço de Poços de Caldas (80ppm) e na região de Neponuceno, à nordeste da região estudada.

Daitx & Addas (1977) relatam que as concentrações de Mo nos sedimentos de corrente, na região do maciço alcalino de Poços de Caldas, chegaram até 100ppm.

Segundo Marques & Amatneeks (1994), altos teores de Mo causam deficiência de Cu e quando o Mo corre nas pastagens em torno de 20ppm (matéria seca) em solos alcalinos, apresenta perigo de toxicidade para o gado, mostrando os seguintes sintomas: diarreia abundante, emagrecimento progressivo, anemia, despigmentação da pelagem e morte. Eles relatam, também que altos teores de Mo causam deficiência de Cu e afetam a utilização do fósforo no tecido ósseo, causando crescimento retardado, distúrbios ósseos semelhantes ao raquitismo nos animais jovens e a osteoporose, nos adultos.

Toxicidade de Cu ocorre especialmente em ruminantes e para que o animal assimile altos teores de Cu, é necessário a quase ausência de Mo (< 5ppm) (ibid).

Thornton et al (1986) afirmaram que somente um solo com > 2000ppm de Cu representa toxicidade para a produção de cereal. Porém Underwood (1971) relata que baixos teores de Cu no solo pode afetar o crescimento das plantas e a saúde do animal.

Thornton et al (1986) afirmaram que se o Mo está presente no solo na concentração entre 10 e 100ppm, pode ser considerado enriquecimento e pode mostrar efeitos tóxicos no gado, como a molibdenose, o que induz a hipocuprose. Segundo Thornton et al (1966) e Webb et al (1968), é comum ocorrer deficiência de Cu no gado (hipocuprose) causada por alto teor de Mo no solo.

Kubota et al (1967) confirmam as pesquisas dos autores acima, quando relatam que ocorre molibdenose em gado, nos Estados Unidos, principalmente nas regiões de Nevada, Oregon e Califórnia, em solos pobremente drenados. na pastagem, o Mo é tóxico quando aparece com teores entre 10 e 400ppm, acarretando diarreia no gado. Eles relatam ainda, que o excesso de Mo induz a deficiência de Cu nessas áreas.

Kubota & Allaway (1972), Kabata-Pendias & Pendias (1985) e Erdman (1990) relataram que a toxicidade de Mo é um problema endêmico na nutrição de ruminantes. Está, geralmente, associada com a acumulação em plantas de 10 a 20ppm de Mo e de Cu com concentrações entre 4 a 10ppm. Porém eles relatam que os efeitos tóxicos em plantas pode ocorrer em algumas áreas graníticas, onde o solo contém até menos do que 1ppm Mo. Os efeitos tóxicos de Mo mostram sintomas de deficiência de Cu nos animais.

Erdman (1990) diz que a molibdenose é comum nos Estados Unidos, Canadá, Rússia, Inglaterra e Nova Zelândia. Uma das regiões estudada foi a de uma mina abandonada de urânio, onde mostrou altos teores de Mo no solo e pastagens e ficou constatado a ocorrência de molibdenose no gado.

Agarwal (1975) reportou que no sul da Índia, com solo contendo altos teores de Mo (região de solo alcalino) encontrou molibdenose na população local, caracterizada por deformações ósseas, que provavelmente resulta da alta concentração de Mo.

Em áreas na Flórida, com solos e vegetação deficientes em Cu, ocorrem distúrbios ósseos no gado e anemia em crianças (Harris, 1967).

Segundo Kabata-Pendias & Pendias (1985), o antagonismo que existe entre esses dois elementos é altamente dependente da espécie da planta que os assimila e é extremamente ligado ao metabolismo do nitrogênio. O aumento da disponibilidade do Mo para as plantas, geralmente inibe os efeitos da entrada de Cu. Os efeitos nutricionais da razão Mo/Cu no pasto, em relação a doenças no gado já é constatado.

Jorden et al (1974) afirmaram que nas áreas rurais, onde a irrigação é praticada, a presença de altos teores de Mo na água, pode ser um fator de desenvolvimento de reações tóxicas em plantas e animais.

Observando-se a figura 10, o mapa geoquímico que mostra a relação Mo/Cu nos sedimentos de corrente na área estudada, constata-se a limitação da região do maciço alcalino de Poços de Caldas, como aquela que mais apresenta condições para apresentar problemas ambientais em relação a esses dois elementos.

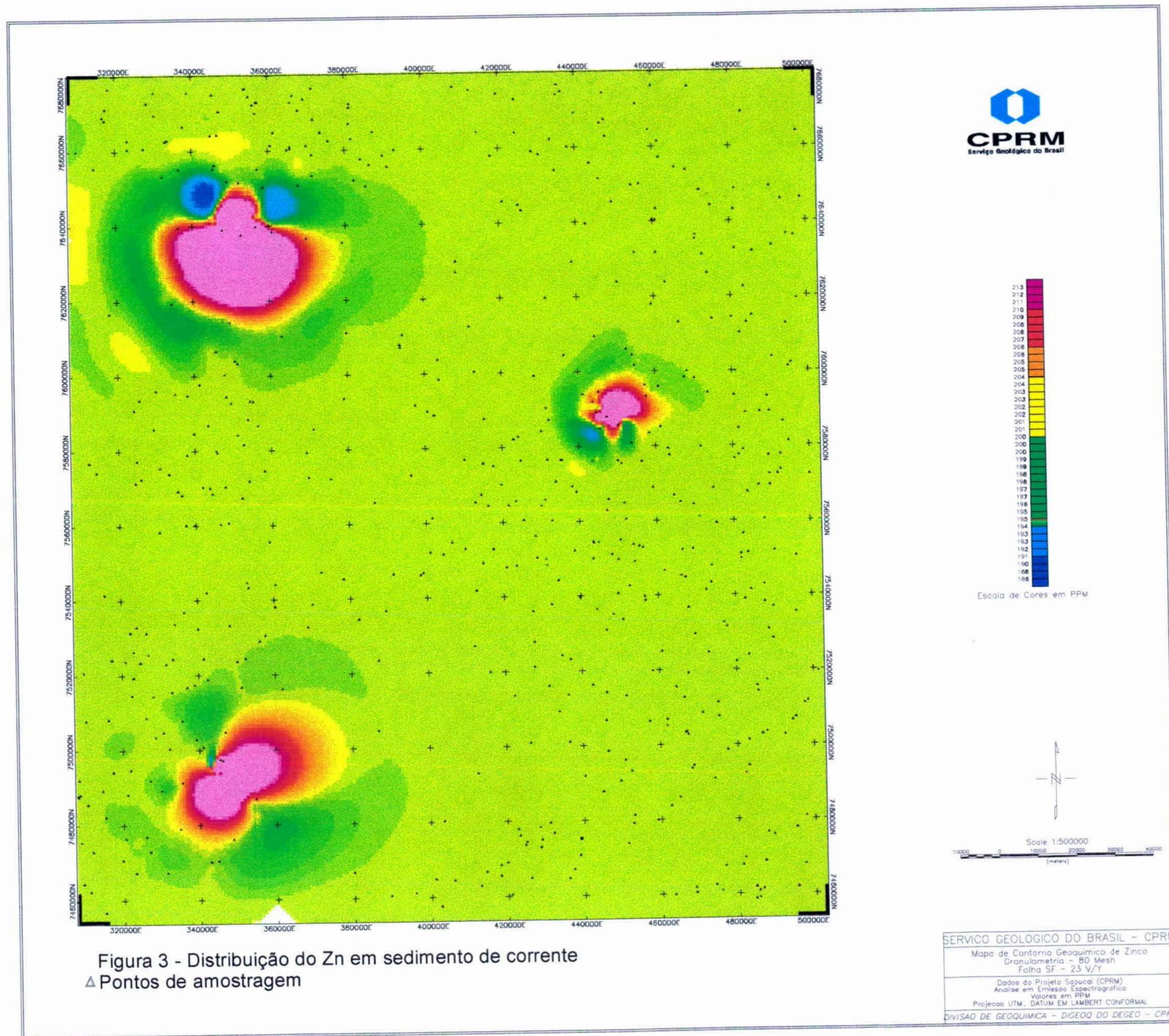
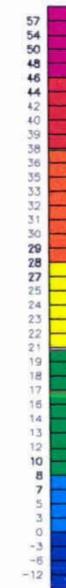
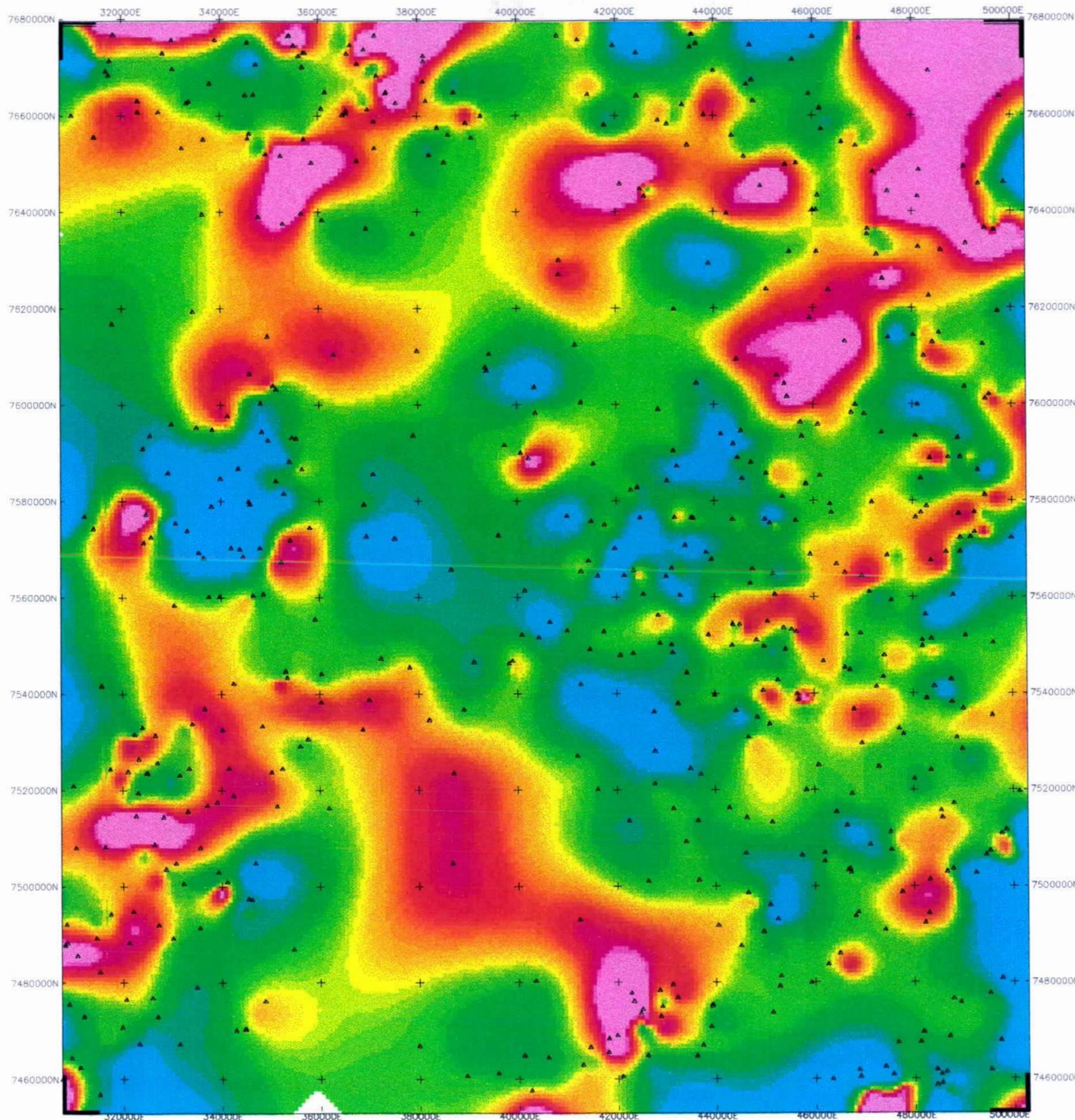


Figura 3 - Distribuição do Zn em sedimento de corrente  
 ▲ Pontos de amostragem

SERVICO GEOLOGICO DO BRASIL - CPRM  
 Mapa de Contorno Geoquímico de Zinco  
 Granulometria - 80 Mesh  
 Folha SF - 23 V/Y  
 Dados do Projeto Sapucaí (CPRM)  
 Análise em Emissão Espectrográfica  
 Valores em PPM  
 Projecção UTM, DATUM EM LAMBERT CONFORMAL  
 DIVISÃO DE GEOQUÍMICA - DIGEQ DO DEGEO - CPRM



Escala de cores em PPM

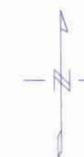
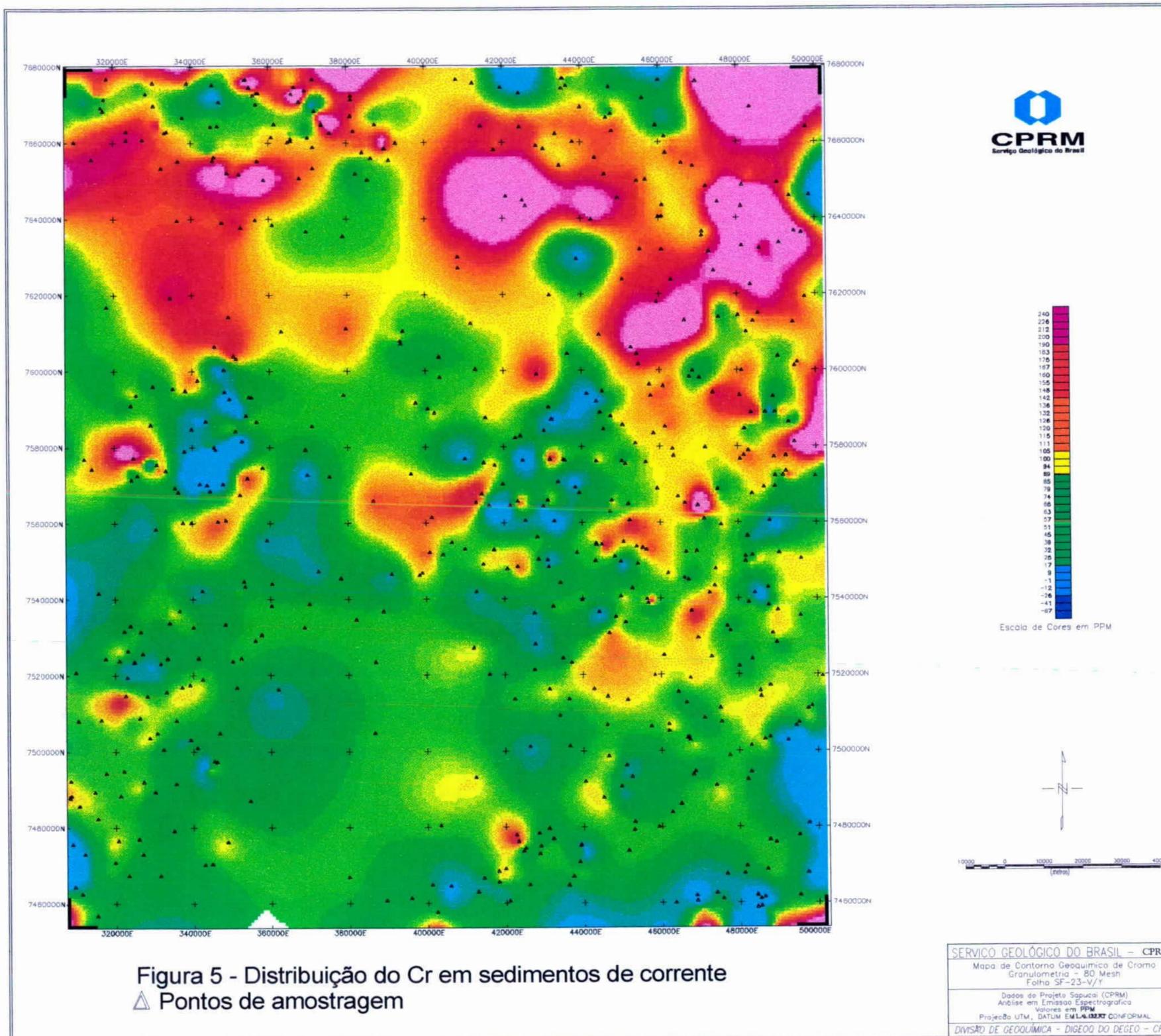


Figura 4 - Distribuição do Ni em sedimentos de corrente  
 Δ Pontos de amostragem

SERVICO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM  
 Mapa de Contorno Geoquímico de Niquel  
 Granulometria - 80 Mesh  
 Folha SF-23-V/Y  
 Dados do Projeto Sapucaí (CPRM)  
 Análise em Emissão Espectrogrática  
 Valores em PPM  
 Projeção UTM, DATUM EM LAMBERT CONFORMAL  
 DIVISÃO DE GEOQUÍMICA - DIGEOD DO DEGEO - CPRM



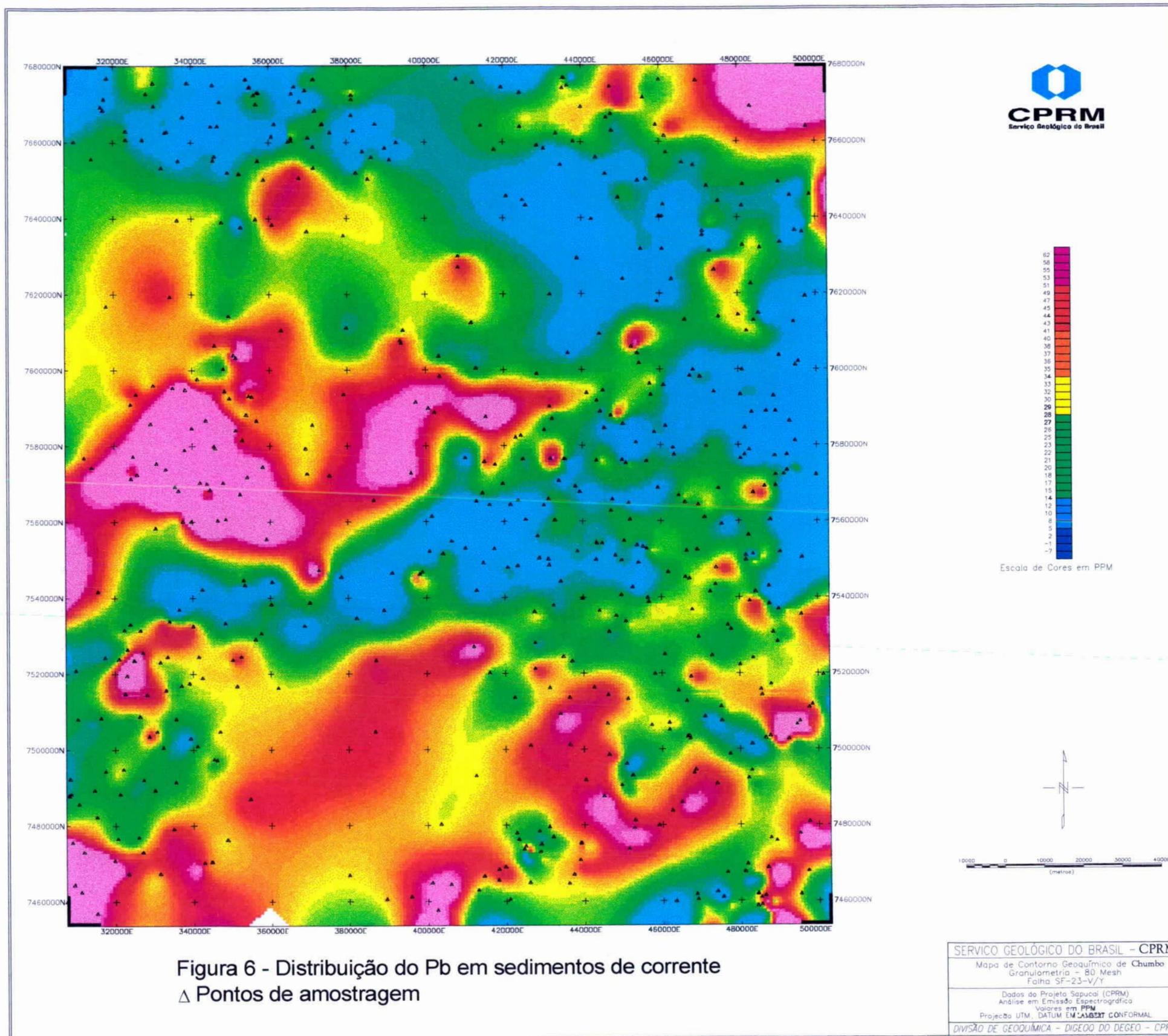
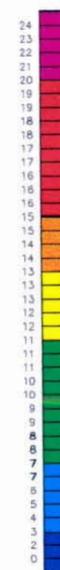
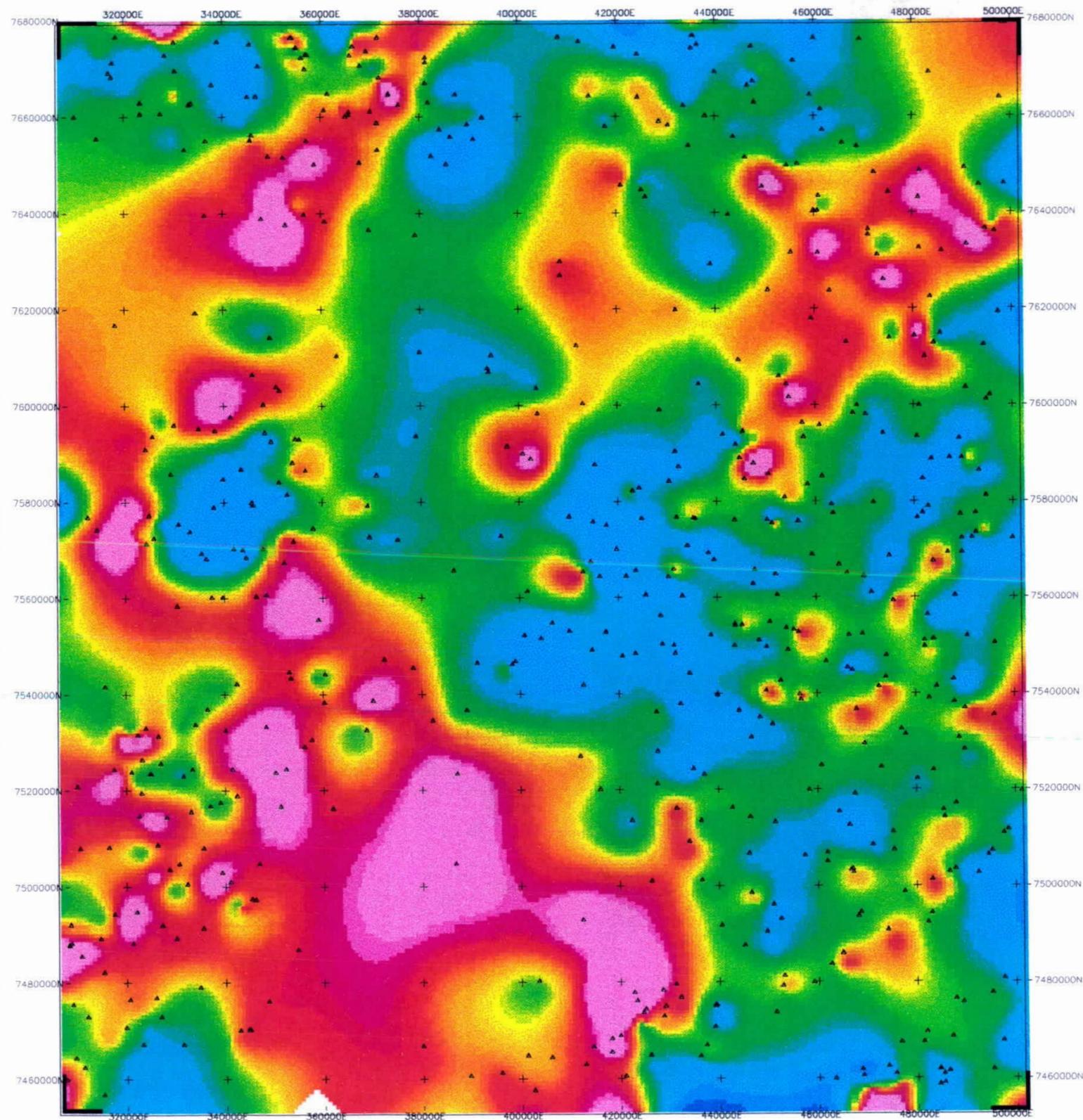


Figura 6 - Distribuição do Pb em sedimentos de corrente  
 △ Pontos de amostragem

SERVICO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM  
 Mapa de Contorno Geoquímico de Chumbo  
 Granulometria - 80 Mesh  
 Faixa SF-23-V/Y  
 Dados do Projeto Sapucaí (CPRM)  
 Análise em Emissão Espectrográfica  
 Valores em PPM  
 Projecção UTM, DATUM EM LAUSANNE CONFORMAL  
 DIVISÃO DE GEOQUÍMICA - DIGEGO DO DEGEO - CPRM



Escala de Cores em PPM

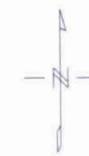


Figura 7 - Distribuição do Co em sedimentos de corrente  
 Δ Pontos de amostragem

SERVICO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM  
 Mapa de Cartorno Geoquímica de Cobalto  
 Granulometria - 80 Mesh  
 Folha SF-23-V/Y  
 Dados do Projeto Sapucaí (CPRM)  
 Análise em Emissão Espectrográfica  
 Valores em PPM  
 Projeção UTM, DATUM EM LAMBERT CONFORMAL  
 DIVISÃO DE GEOQUÍMICA - DIGEQ DO DEGEO - CPRM

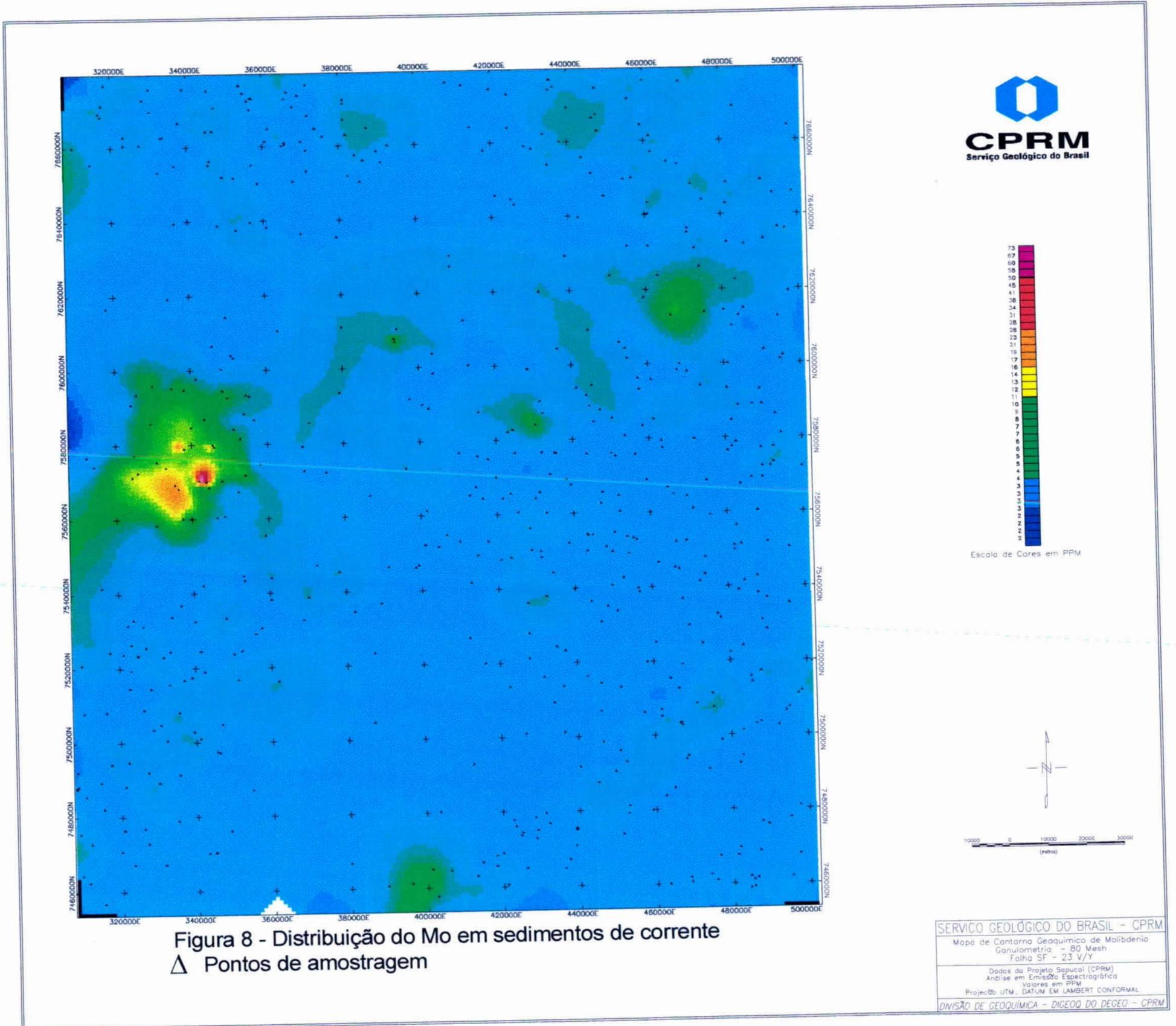
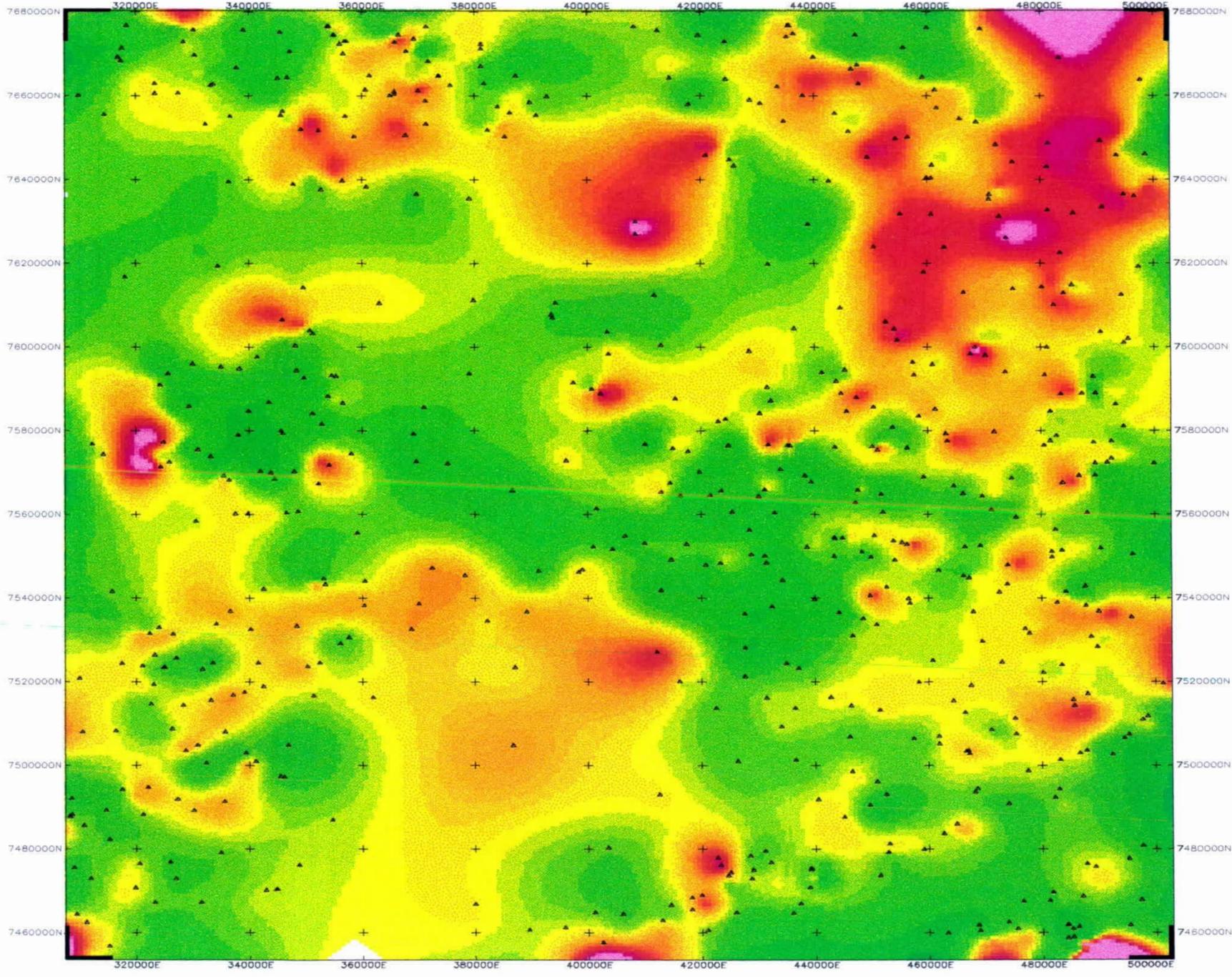


Figura 8 - Distribuição do Mo em sedimentos de corrente  
 Δ Pontos de amostragem



Escala de Cores em PPM

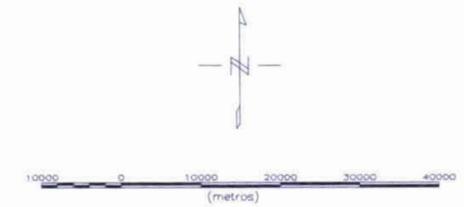
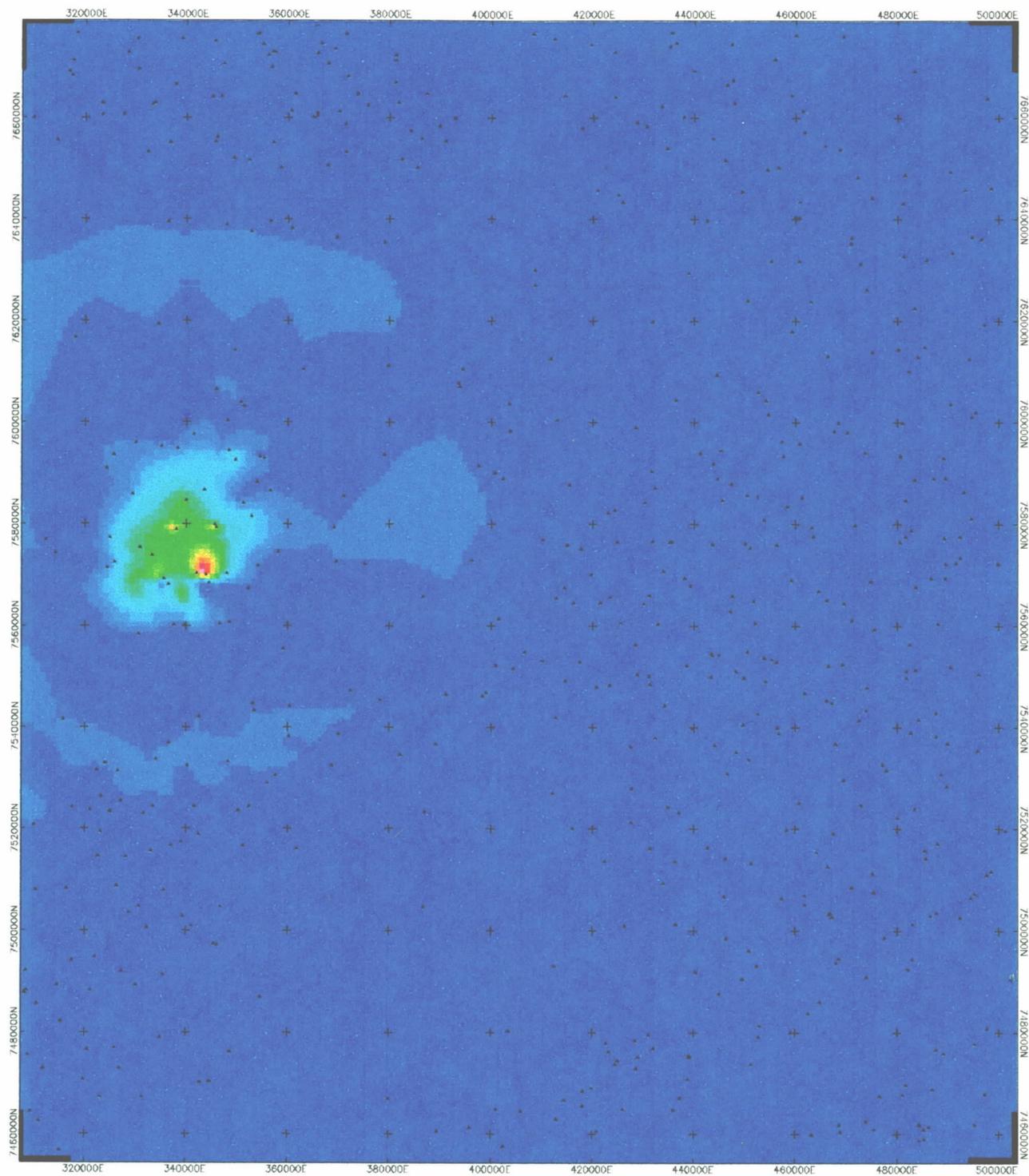


Figura 9 - Distribuição do Cu em sedimentos de corrente  
Δ Pontos de amostragem

SERVICO GEOLOGICO DO BRASIL - CPRM  
Mapa de Contorno Geoquímico de Cobre  
Granulometria - 80 Mesh  
Folha SF-23-V/Y  
Dados do Projeto Sapucaí (CPRM)  
Análise em Emissão Espectrográfica  
Valores em PPM  
Projeto UTM, DATUM EM LAMBERT CONFORMAL  
DIVISÃO DE GEOQUÍMICA - DIGEQ DO DEGEO - CPRM



Escala de Cores



Figura 10 - Distribuição do Mo/Cu em sedimentos de corrente  
 Δ Pontos de amostragem

SERVICO GEOLOGICO DO BRASIL - CPRM  
 Mapa de Contorno Geoquímico de Mo/Cu  
 Geometria - 80 Mesh  
 Falha SF - 23 V/Y  
 Dados do Projeto Sapucaí (CPRM)  
 Análise em Emissão Espectrográfica  
 Valores em ppm  
 Projecao UTM - DATUM EM LAMBERT CONFORMAL  
 DIVISAO DE GEOQUIMICA - DIGEOD DO DEGED - CPRM

## 7 - COMENTÁRIOS FINAIS

Após o estudo desta primeira fase do projeto, verifica-se que é necessário dar continuidade, com investigações mais detalhadas nas áreas de Poços de Caldas, aonde verificou-se altos teores de Mo e baixos teores de Cu e Cr, como também na área do Projeto São Gonçalo de Sapucaí, realizado pela CPRM em 1988, por ser uma região onde no passado houve muitas atividades de mineração, principalmente de ouro, e atualmente destacam-se áreas agrícolas, havendo possivelmente, pastagens e culturas implantadas em áreas antes mineradas ou com rejeitos de mineração, o que pode representar um perigo à saúde dos animais, vegetais e do homem que vivem nessa região.

Na segunda etapa do projeto será interessante:

- estudar, em mapas geoquímicos, os dados analíticos disponíveis de outros órgãos governamentais, como por exemplo da ex-NUCLEBRAS, na área de Poços de Caldas, visando observar a dispersão dos elementos químicos na área;
- também, na área de Poços de Caldas, investigar os elementos Cu, Co e Cr, que apresentam teores muito baixos, podendo estar contribuindo ou não, para problemas de saúde no gado e até mesmo no homem;
- recuperar os dados analíticos dos sedimentos de corrente das amostras do projeto São Gonçalo de Sapucaí, da base de dados da CPRM, visando observar a dispersão dos elementos químicos nessa área;
- tentar recuperar as alíquotas das amostras coletadas e analisadas nos projetos Sapucaí e São Gonçalo de Sapucaí para análise de outros elementos químicos importantes para investigação quando se trata de um estudo ambiental, tais como Se, Cd, As, Hg, etc., e também reanalisar os elementos que forem considerados importantes, como por exemplo o Zn;
- uma investigação, junto aos órgãos governamentais relacionados a agricultura, meio ambiente e saúde pública dessas duas áreas, em relação a ocorrência de doenças degenerativas, cardiovasculares, diabetes, etc. nos grupamentos populacionais, como também problemas nas lavouras e no gado, para possíveis correlações com os dados geoquímicos;
- trabalhos de campo para coletas de novas amostras, em locais que possam ser considerados importantes para definição de algum problema observado na área, necessário para o diagnóstico final.

## 8 - BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGARWAL,A.K., Crippling cost of India's big dam, *New Scientist*, v.65, 1975, p.260-261.
- ALLAWAY,W.H., BURAU,R.G., FULKERSON,W., LAITINEN,H.A., NEWBERNE,P.M., PIERCE,P.O. & WIXSON,B.G., Cadmium, zinc and lead, In: *Geochemistry and the Environment*, vol.I, The relation of selected trace elements to health and disease. Nat. Acad. of Sciences, Washington, 1974, p.43-56.
- ANGINO,E.E., BANTA,J.E., BEENSON,K.C., HORWARTH,D.J., JANDA,R., JENNE,E.A., TARDIFF,R. & UNDERWOOD,E.J., Overview, In: *Geochemistry and the Environment*, vol.I, The relation of selected trace elements to health and disease, Nat. Acad. of Sciences, Washington, 1974, p.3-21.
- APPLETON,J.D. & RIDGWAY,J., Regional geochemical mapping in developing countries and its application to environmental studies, *Applied Geochemistry*, Suppl. Issue nº2, Inglaterra, 1993, pp.103-110.
- BAETJER,A.M., Relation of chromium to health, In: *Chromium*, J. J. Udy., Reinhold Publi. Corp., New York, 1956, p.76-104.
- BOWEN,H.J.W. Environmental chemistry of elements, Academic Press, London, 333p., 1979.
- BRANCO,P.C.A., MAGALHÃES,A.A. & VINHA,C.A.G. GEOQUANT, Manual do Usuário, CPRM, Rio de Janeiro, 1990, 165p.
- BROOKS,R.R., Pollution through trace elements, In: *Environmental Chemistry*, Plenum Press, New York, 1978, p.429-476.
- DAITX,E.C. & ADDAS,W., Projeto Sapucaí - Relatório final de Geoquímica, vol.I, CPRM \ DNPM, São Paulo, 1977, 252p.
- ERDMAN,J.A., Copper - Molybdenum imbalances and the incidence of nutritional diseases in livestock and humans, In: *Proceedings of a U.S.Geological Survey Workshop on Environmental Geochemistry*, U.S.G.S. Circular 1033, Denver, 1990, p.179-181.
- GEO SOFT MAPPING AND PROCESSING SYSTEM, Manual, Geosoft Inc., Toronto, Canadá, 1995.

GEOSOFT / OASIS MONTAJ - DATA PROCESSING SYSTEM FOR EARTH SCIENCE APPLICATIONS (version 4.0), Toronto, Canadá, 1996, 186p.

KUBOTA, J. & ALLAWAY, W.H., Geographic distribution of trace element problems, In: Mortvedt, J.J., Giordano, P.M. & Lindsay, W.L., Micronutrients in agriculture, Soil Science of America, Inc., Madison, USA, 1972, p.525-554.

KUBOTA, J., LAZAR, V.A., SIMONSON, G.H. & HILL, W.W., The relationship of soils to molybdenum toxicity in grazing animals in Oregon, Soil Sci. Am.Proc., 31, 1967, p.667-671.

JORDEN, R.; KUBOTA, J.; LAITINEN, H.A.; MATRONE, G.; NEWBERNE, P.M.; O'DELL, B.L. & WEBB, J.S. Copper and Molybdenum, Geochemistry and Environment, v.I, The relation of selected trace elements to health and disease, National Academy of Sciences, 1974, p.68-79.

MARQUES, C. & AMATNEEKS, J.A., O mundo dos minerais: Nutrição animal, AS-PTA, Rio de Janeiro, 1994, 56p.

PORIES, W.J., STRAIN, W.H. & ROB, C.G., Zinc deficiency in delayed healing and chronic disease, In: Environmental Geochemistry in Health and Disease, The Geol. Soc. of America, Washington, 1971, p.73-95.

PROJETO RADAMBRASIL, Levantamentos de Recursos Naturais, vol.32, Folhas SF.23/24 (Rio de Janeiro / Vitória), MME, Rio de Janeiro, 775p., 1983.

PURVES, D. Trace element contamination of the environment, Fundamental aspects of pollution control and environmental science 1, London, Elsevier, 260p., 1977.

SCHROEDER, H.A., Chromium deficiency in rats: syndrome simulating diabetes mellitus with retarded growth, J. Nutr., 88, 1966, p.439-445.

ROMOSER, G.L., DUDLEY, W.A., MACHLIN, L.J. & LOVELESS, L., Toxicity of vanadium and chromium for the growing chick, Poult. Sci., 40, 1961, p.1171-1173.

THORNTON, I., ABRAHAMS, P.W., CULBARD, E., ROTHER, J.A.P. & OBSON, B.H., The interaction between geochemical and pollutant metal sources in the environment: Implications for the community, In: Thornton, I & Howart, R.J. Applied Geochemistry in the 1980, A Halsted Press Book, London, 1986, p.270-308.

THORNTON,I., ATKINSON,W.J. & WEBB,J.S., Geochemical reconnaissance and bovine hypocuprosis in County Limerick, Irish. J. Agric.. Res., 5, 1966, p.280-283.

UNDERWOOD,E.J., Trace elements in humam and animal nutrition, 3ed., Academic Press, new York, 1971, 543p.

XUEJING,X. & TIANXIANG,R., National geochemical mapping and environmental geochemistry - progress in China, Journal of Geoch. Explor., 49, Elsevier Science Publ. B.V., Amsterdam, 1993, p.15-34.

WEBB,J.S., THORNTON,I. & FLETCHER,K., Geochemical reconnaissance and hypocuprosis, Nature, v.217, 1968, p.1010-1012.

## ANEXO 1

Objetivando dar início a 2ª fase do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente, fez-se, no mês de abril próximo passado, uma visita técnica à Prefeitura de Poços de Caldas, visando contatos com os técnicos que atuam nas áreas do meio ambiente, agricultura e saúde pública, para coleta de informações sobre este município, nestas áreas. Os resultados obtidos desses contatos estão contidos no relatório de viagem em anexo.

A partir desses resultados, novas metas já estão sendo trabalhadas junto à Prefeitura de Poços de Caldas, seguindo as sugestões apresentadas no relatório de viagem.

É importante, também acrescentar que as alíquotas das amostras de sedimentos de corrente coletadas durante a execução do Projeto Sapucaí, que estavam armazenadas no Depósito de Material de Caeté, já estão na DIGEOQ para serem reanalisadas e/ou analisadas para aqueles elementos que forem considerados necessários para uma melhor compreensão e investigação dos problemas ambientais e de saúde na área do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente.

Os dados analíticos dos sedimentos de corrente do Projeto São Gonçalo de Sapucaí já foram recuperados da base de dados QUIM e as alíquotas dessas mesmas amostras se encontram no LAMIN, para posterior reanálise ou mesmo análise daqueles elementos que forem considerados necessários ao nosso estudo, dando continuidade assim ao Projeto Geoquímica e Meio Ambiente, na segunda área escolhida como piloto.

## **RELATÓRIO DA VISITA TÉCNICA À PREFEITURA DE POÇOS DE CALDAS**

### **OBJETIVO**

Dar continuidade ao Projeto Geoquímica e Meio Ambiente, na sua 2ª etapa, visando contatos com os técnicos da Prefeitura de Poços de Caldas que trabalham nas áreas de meio ambiente, agricultura e saúde pública, para coleta de informações sobre este município, nestas áreas.

### **REUNIÕES REALIZADAS**

Foram realizadas duas reuniões:

- a primeira no dia 10/04, com técnicos do Departamento de Preservação Ambiental da Secretaria de Planejamento de Poços de Caldas, do Instituto Mineiro de Agricultura - IMA, da EMATER e do Departamento Municipal de Águas e Esgoto - DMAE;
- a segunda reunião aconteceu no dia 11/04, com técnicos da Vigilância Sanitária e Vigilância Epidemiológica do Município de Poços de Caldas.

Inicialmente, durante essas reuniões, foi exposto a filosofia, os objetivos, os resultados da primeira etapa e o que pretende-se realizar na segunda etapa do Projeto Geoquímica e Meio Ambiente, especialmente na área de Poços de Caldas, escolhida como uma das áreas piloto para este projeto.

Os resultados obtidos desses encontros foram as seguintes informações:

- Tanto a EMATER, quanto o IMA, não trabalham dando ênfase ao meio ambiente. Estes dois órgãos, se preocupam com a rotina de controle de sementes e mudas, como também do controle de agrotóxicos, por parte do IMA e controle da febre aftosa e da raiva em bovinos, por parte da EMATER.
- O DMAE faz o controle da qualidade da água que abastece o município. Foi realizado um estudo, em conjunto com a Vigilância Sanitária, nos principais mananciais da área, com coleta de amostras de água e análises físico-químicas e bacteriológicas das mesmas, e constataram que todos os

mananciais estão contaminados com coliformes fecais. Porém, não foi realizada nenhuma análise para metais pesados nestas amostras. Durante este estudo foi verificado, também, desmatamento da vegetação para loteamentos e conseqüentemente, com assoreamento dos rios e com o esgotamento sanitário canalizado diretamente para os mananciais. Foi verificado, ainda, fossas domésticas mal construídas contaminando o lençol freático, chiqueiros de porcos e lixões construídos nas margens dos rios, e até postos de gasolina despejando rejeitos de lavagem dos tanques de óleo nos rios. Soluções foram enviadas para a prefeitura, porém, segundo os técnicos, é difícil trabalhar sem o apoio político-financeiro.

- O técnico do DMAE mencionou que as águas que são utilizadas pela população local apresentam altas concentrações de flúor e cobalto.
- Foi mencionado que a CNEN desenvolveu vários estudos na área de Poços de Caldas, alguns deles em conjunto com o Instituto de Biofísica da UFRJ.
- Também, o Prof. Eduardo Penna Franca desenvolveu um estudo no Morro do Ferro, que é considerado mundialmente como o ponto de referência de maior radioatividade do planeta. Esse estudo foi realizado com animais, vegetais, solos e água e demonstrou que a exposição radioativa no meio ambiente não é prejudicial aos seres vivos.
- O trabalho da Vigilância Sanitária se restringe, na área urbana, ao controle de doenças provenientes da falta de saneamento básico (leishmaniose, esquistossomose, diarreias, etc.) e por insetos (malária, dengue, febre amarela, filariose, oncocerose, etc.) e na área rural, ao controle da qualidade dos mananciais.
- O setor de Epidemiologia faz o controle da AIDS e das doenças de notificação compulsória e agravos notificados (tabela anexa, fornecida pela enfermeira responsável pelo setor).
- Para as populações rurais o nível de atendimento médico-sanitário é bastante inferior aquele à disposição das populações urbanas, por isso não há informes estatísticos para esta área.

A enfermeira responsável pela Vigilância Epidemiológica relatou alguns fatos interessantes sobre a saúde dos habitantes de Poços de Caldas que não são notificados pelos médicos da cidade, tais como:

- na região ocorre muitos casos de bócio, hipertensão, diabetes, lupus e depressão com tentativas de suicídio, sendo que os casos de depressão vem aumentando muito no últimos anos;

- que a população vive em estado de letargia, sempre com muita enxaqueca;
- já houve casos de contaminação de pessoas por ingestão de melancia contaminada por Hg, provavelmente oriundo de agrotóxicos;
- houve casos de depressão tratados com medicina ortomolecular, que no mineralograma foi constatado a ausência de Se e Li e baixíssima concentração de Na no organismo;
- nas plantações de batata, predominante na área, são usados organoclorados para matar a praga que ataca as batatas. Especulou-se que, se após a coleta da safra é feito pasto, o gado poderia estar sendo contaminado pelos elementos que compõem os agrotóxicos?

## **AVALIAÇÃO DAS REUNIÕES**

Tendo em vista o exposto acima, podemos concluir que o trabalho desenvolvido, na área de meio ambiente e saúde pública, no município de Poços de Caldas é bastante precário, porém os técnicos responsáveis são bastante competentes e motivados e suas atividades ficam prejudicadas por falta de verba e vontade política em resolver os problemas ambientais e da saúde.

## **PROPOSTAS DE ESTUDO PARA O PROJETO GEOQUÍMICA E MEIO AMBIENTE**

Para dar continuidade ao projeto na área de Poços de Caldas, será interessante:

1. Com ajuda, principalmente dos técnicos do IMA, EMATER e da Vigilância Epidemiológica, promover um estudo a nível de um inquérito epidemiológico com entrevistas, inicialmente com os médicos e clínicas da cidade e depois diretamente com as famílias, cujo resultado deverá ser dado em relação ao número de famílias entrevistadas e examinadas. Como, também, promover uma investigação nos registros de atendimento ao doente mantidos por hospitais, maternidades e ambulatórios. Esse estudo será uma tentativa de evidenciar associações significativas entre variáveis ambientais e incidência ou prevalência de doenças endêmicas, utilizando variáveis do ambiente físico-biológico natural: localização, relevo, hidrografia, solo e clima. Como resultado teremos um

levantamento de hipóteses causais relacionadas mais diretamente à manutenção e difusão da doença no meio.

Na literatura internacional pertinente a Geoquímica Ambiental, é comum encontrarmos relatos de doenças localizadas em áreas bem delimitadas, decorrentes de fatores climáticos, topográficos, qualidade da água consumida pela população e hábitos alimentares.

O flúor em altas concentrações na água consumida por uma população pode resultar em fluorose dentária (escurecimento dos dentes), osteosclerose e calcificação dos tendões e dos ligamentos, principalmente no jovem, o que pode levar a deformações mutilantes. O excesso de flúor, também pode resultar em doenças cardiovasculares.

Já a falta de lítio no organismo humano pode induzir a letargia e depressão com desordens mentais e doenças cardíacas. Os casos de depressão se agravam se ocorrer também, deficiência de cobre na região.

O selênio é um elemento que pode ser tóxico tanto em altas, como em baixas concentrações, por isso deve ser bem estudado. Doenças causadas por deficiência de selênio são mais comuns do que pelo excesso deste elemento.

O excesso de selênio pode provocar doenças peridontais e aumentar a incidência de cáries dentárias, como ainda, pode causar extrema tristeza e melancolia e dores de cabeça. É conhecido, também, que a deficiência de selênio resulta em aceleração dos processos degenerativos de várias espécies animais, principalmente do coração, olhos e músculos.

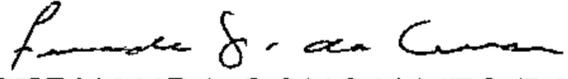
O cobalto apresenta a mais baixa ordem de toxicidade para o homem. Porém, a carência de cobalto interfere negativamente na síntese da vitamina B12, que por sua vez, interfere na assimilação do ferro no organismo. Já a intoxicação por cobalto causa lesões cardíacas e doenças da tireóide, cianose periférica (extremidades arroxeadas) e lesão do pâncreas.

2. Devido ao exposto acima, é necessário um estudo dos teores de flúor, lítio e selênio na região, porque estes elementos não foram analisados no Projeto Sapucaí, como também, a análise do Co nas águas naturais, visto que, apesar deste elemento ter sido analisado no Projeto Sapucaí em sedimentos de corrente, segundo os técnicos contatados, o Co ocorre em altas concentrações nas águas naturais da região de Poços de Caldas.

3. Após a análise dos dados adquiridos no inquérito epidemiológico, será importante a tentativa de separar grupamentos populacionais por incidência de

doenças, e tentar fazer uma amostragem de material humano, tais como sangue e cabelo, visando correlacionar as concentrações de elementos no organismo humano, incidência de doenças e concentrações dos elementos no meio ambiente.

4. No caso da raiva em bovinos que aparece na região, pode-se estudar se na área existem cavernas naturais que sirvam de morada para os morcegos hematófagos que atacam o gado.

  
FERNANDA GONÇALVES DA CUNHA  
Geóloga da DIGEOQ

**NOTIFICAÇÕES COMPULSÓRIAS E AGRAVOS À SAÚDE NOTIFICADOS AO SERVIÇO  
DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 1991 A 1996, POÇOS DE CALDAS - M.G.**

<b>AGRAVOS</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>
<u>ACIDENTES C/ANIMAIS: CAES, ETC.</u>	455	530	476	569	555	343
<u>ACIDENTES C/ANIMAIS: PEÇONHENTOS</u>	...	11	13	16	16	18
ACIDENTE DE TRABALHO	748	844	1332	1030	361*	368
ACIDENTE DE TRÂNSITO (S/ VÍTIMA)	852	841	951	1405	1594	1726
ACIDENTE DE TRÂNSITO (C/ VÍTIMA)	442	454	523	702	781	786
(mortos no trânsito)	19	11	14	29	20	23
(feridos no trânsito)	579	613	635	900	994	1008
<u>AIDS (HIV INVESTIGADOS)</u>	21	126	252	204	247	574
<u>AIDS (HIV POSITIVOS)</u>	10	32	32	33	28	31
<u>CHAGAS</u>	...	4	6	7	1	2
<u>NEUROCISTICERCOSE</u>	...	1	4	5	...	2
<u>COMPLICAÇÃO VACINAL</u>	...	5	...	2	...	1
CONJUNTIVITE EPIDÊMICA	...	...	...	...	13	6
DIFTERIA	...	2	3	...	1	...
<u>DOENÇAS EXANTEMÁTICAS</u>	...	...	...	...	...	9
<u>DST: CONDILOMA</u>	...	...	...	...	8	8
GARDNERELLA	...	...	...	...	111	2
GONORRÉIA	...	...	...	...	1	2
SÍFILIS	...	...	...	...	17	35
TRICHOMONAS	...	...	...	...	38	11
OUTRAS	18	22	64	24	21	19
ENCONTRO DE CADÁVER	16	19	15	41	45	35
ESCABIOSE	...	...	...	...	...	3
ESTOMATITE	...	...	...	...	...	14
ESTUPRO	...	...	...	5	6	5
<u>ESQUISTOSSOMOSE</u>	9	14	5	18	6	3
<u>FEBRE TIFÓIDE</u>	...	...	...	...	...	1
IMPETIGO BOLHOSO (STAFILOCOCOS)	...	...	...	...	...	11
INTOXICAÇÃO EXÓGENA	...	...	45	263	163	108
<u>HANSENÍASE</u>	9	10	3	7	4	1
<u>HEPATITE: A</u>	62	310	207	126	129	32
B	...	...	...	32	39	34
C	...	...	...	3	9	11
OUTRAS	...	...	...	...	...	6
HOMICÍDIO CONSUMADO	8	2	2	7	5	15
HOMICÍDIO TENTADO	9	12	14	25	23	38
LESÃO CORPORAL	495	500	630	633	1008	1016
AMEAÇA DE HOMICÍDIO	257	150	225	441	487	660
<u>MALÁRIA</u>	...	2	1	...	2	3
<u>MENINGITES: BACTERIANA</u>	10	15	11	24	10	11
MENINGOCÓCICA	6	12	8	...	9	9
VÍRUS	...	5	11	19	35	11
OUTRAS	...	14	4	5	...	6
<u>NEUROCISTICERCOSE</u>	...	1	4	5	...	2
<u>PARALISIAS AGUDAS E FLÁCIDAS</u>	2	...	4	3	...	3
<u>PAROTIDITE</u>	23	41	86	59	108	199
PEDICULOSE	...	...	...	5	...	...
<u>RUBÉOLA</u>	14	9	18	683	48	52
<u>SARAMPO</u>	6	9	12	21	6	2

Obs. : \* 1º trimestre de 95.

letras em azul - dados provisórios

letras em vermelho - agravos de notificação compulsória.

Fonte: NEPI / SVE - SMS - PMPC