

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**POLUIÇÃO DE METAIS PESADOS DERIVADOS DE
MINERAÇÃO NO VALE DO RIBEIRA - ASPECTOS
TÉCNICOS, LEGAIS E INSTITUCIONAIS**

Marcia Silva Kolar

Orientador: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2003/40)

SÃO PAULO
2003

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental



**Poluição de metais pesados derivados de
mineração no Vale do Ribeira – aspectos
técnicos, legais e institucionais**

Marcia Silva Kolar

Orientador: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF/2003-40)

DOAÇÃO Seção _____

Graduação - 1^o Gr

Data: 06 / 05 / 2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900014495



**POLUIÇÃO POR METAIS PESADOS DERIVADOS DE
MINERAÇÃO NO VALE DO RIBEIRA – ASPECTOS
TÉCNICOS, LEGAIS E INSTITUCIONAIS**

MARCIA SILVA KOLAR

Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Pro. Dr. Arlei Benedito Macedo _____

Prof. Dr. Ricardo Cesar Aoki Hirata _____

Prof. Dr. José Domingos Faraco Gallas _____

São Paulo

2003

TF
K81
MS.p



PRODUÇÃO POR MEIO DE PESQUISA DE
MINERAÇÃO NO VALE DO RIBEIRA - LITORAL
TÉCNICO, LEGAL E INSTITUCIONAL

MARCIA SILVA KOLAR

Mineração de Lixão de Córrego

Revista Brasileira

1. O que é mineração?
2. O que é mineração?
3. O que é mineração?

1992

1992

Dedicatória

Dedico este trabalho à meus pais
Luís Carlos Kolar e Sonia Maria
Silva Kolar

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais Luíz Carlos Kolar e Sonia Maria Silva Kolar pelo incentivo, apoio e compreensão dados em todos esses anos de vida.

Agradeço também ao Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo pela valiosa orientação ao longo deste trabalho.

Agradeço a minha amiga Fernanda Nishyama da Silva “Empatatah” pela generosa colaboração dada a este trabalho, como empréstimos de algumas bibliografias sobre Direito e Legislação Ambiental.

Agradeço ao Sidney S. Gouveia “Urina” e ao Jorge Watanabe “Perdido” que sempre foram solícitos para comigo quando eu mais precisei ao longo deste ano e pelos bons bate-papos na sala 106.

Agradeço aos meus melhores amigos Adriana Alves “Bistekah” e Deyna Pinho que conquistei neste curso de graduação, e espero que esta amizade mantenha sempre viva em nossas vidas. E evidentemente não poderia deixar de agradecer a todos da turma de 1999.

E por fim, agradeço ao meu namorado Marcos Rogério de Araújo pela grandiosa colaboração dada neste trabalho, e principalmente por ter transformado a minha vida.

Resumo

No período entre 1920 e 1996 cerca de três milhões de toneladas de minérios contendo chumbo e minerais associados foram extraídos de minas localizadas na área do Ribeira, na divisa dos estados de São Paulo e Paraná. Métodos de lavra rudimentares, e quase total ausência de controle ambiental, causaram intensa poluição dos solos, águas e sedimentos de corrente, que diminuiu desde a desativação das minas, mas ainda constitui ainda um problema devido à inadequação das medidas de controle ambiental e recuperação.

O solo nas áreas das minas foi contaminado pela disposição inadequada das pilhas de rejeito. As águas das chuvas lixiviaram essas pilhas e carregaram grandes quantidades de metais para as drenagens, onde se precipitaram nos sedimentos, que continuam a ser carregadas para o estuário, contaminando ainda as planícies de inundação.

Os teores de chumbo em água encontram-se atualmente abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira, mantendo-se elevados nos sedimentos, persistindo o perigo de contaminação da cadeia biológica nas várzeas e nos casos em que as condições físico-químicas propiciam a dissolução.

Apenas a mina de Furnas tem efetuado estudos visando a remediação. Embora exista legislação adequada, os esforços para controle e recuperação têm sido frustrados pela inoperância de algumas instituições de controle e falta de coordenação entre elas.

As exigências da sociedade, dos órgãos de controle e do sistema judiciário impedem que casos como este ocorram atualmente, mas grande esforço deve ser ainda despendido para que os impactos das minerações passadas sejam remediados.

Abstract

In the period between 1920 and 1996 about three million tons of ore with lead, silver and copper were extracted of mines located in the Ribeira area, in the border of the states of São Paulo and Paraná. Rudimentary mining methods and almost total absence of environmental control caused intense pollution of soils, waters and stream sediments, which decreased since the closure of the mines, but is still a problem due to the inadequacy of the measures of environmental control and reclamation.

The soil in the mine areas was contaminated by the inadequate disposition of tail piles. Rainwater leached these piles and carried great amounts of metals to the drainages, where they precipitated in the sediments and are carried to the estuary, also contaminating the flood plains.

Lead concentrations in water are below the limit established by the Brazilian law, and remain high in the sediments., There is danger of contamination of the biological chain in the floodplains and in cases when physicochemical conditions are favorable for metals to remain in solution.

Only the mine of Fumas is making studies for remediation. Although appropriate legislation exists, the efforts for control and reclamation have been frustrated by the inefficiency of some control institutions and lack of coordination among them.

The requirements of the society, of the enforcing agencies and of the legal system prevent the occurrence of new cases such as the studied, but a great effort should still be applied to correct the environmental degradation caused by past mining activities.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. TRABALHOS PRÉVIOS	5
3.1. Contexto Geológico	5
3.2. Contaminação por chumbo no Vale do Ribeira	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	15
6. RESULTADOS OBTIDOS	17
6.1. Síntese de Conhecimentos	17
6.1.1. Halos de dispersão naturais e provocados pela mineração	17
6.1.2. Efeitos da poluição de chumbo na saúde humana	25
6.1.3. Efeitos da poluição de chumbo nos organismos aquáticos	26
6.1.4. Contaminação de chumbo pela mineração em outras localidades	27
6.2. Legislação Ambiental	28
6.2.1. Legislação Federal	29
6.2.2. Legislação Estadual	31
6.2.3. Outras Normas	33
6.3 Instituições públicas e Organizações Não Governamentais (ONGs)	35
7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. Introdução

Entre os anos de 1920 e 1996 foram minerados chumbo e metais associados em diversas áreas da Bacia do Ribeira de Iguape, nos locais indicados na Figura 1.1.. Na maioria dos casos, a lavra foi feita de forma rudimentar, sendo apenas nos últimos anos exercido algum controle dos impactos ambientais, não havendo quase nenhuma recuperação das áreas degradadas. Como consequência dos processos de extração e beneficiamento, grande quantidade de metais pesados foi carregada para as drenagens, restando ainda nas áreas mineradas grandes superfícies desmatadas e montes de estéréis e rejeitos, além de lagoas de decantação mal construídas e com manutenção deficiente. Isto resulta em grande quantidade de sedimentos que se depositam nas drenagens e na calha principal do Ribeira, chegando até o complexo estuarino-lagunar Iguape-Cananéia.

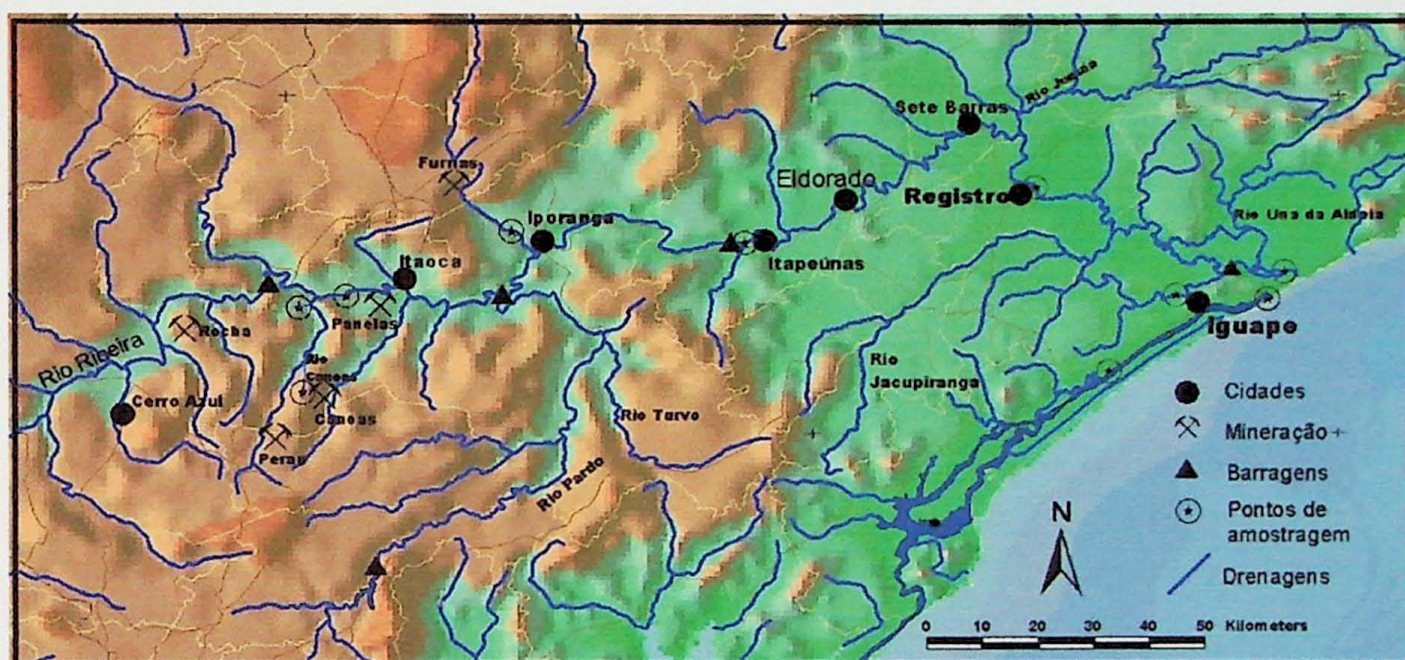


Figura 1.1. Mapa da bacia do Ribeira, com principais áreas de mineração de chumbo.

Problemas de saúde na população próxima das minas levaram o Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul a formar um Grupo de Trabalho, que solicitou a proposição pelo Instituto de Geociências, em convênio com o Instituto de Pesca e com apoio administrativo da Fundação de Desenvolvimento de Pesquisa Aquáticas (FUNDESPA), do **Programa de Controle da Poluição por Mineração na Bacia do Ribeira**, incluindo ações científicas, técnicas e administrativas (MACEDO, 2001). A proposta foi aprovada e encontra-se em contratação pelo FEHIDRO. O Programa deve reunir e estimular projetos efetuados por instituições públicas e privadas, sob a coordenação do Comitê, que apresentem ações visando à melhoria da qualidade das águas na bacia.

O tema proposto para o presente trabalho apresenta alta relevância técnico-científica e social. A síntese de conhecimentos sobre a poluição por chumbo na bacia do Ribeira possibilitará o planejamento de pesquisas futuras para melhor conhecimento da dispersão dos poluentes, ao mesmo tempo em que contribuirá para a proposta de soluções para os problemas de saúde e poluição agora ocorrentes. Em particular, a análise do quadro legal e institucional possibilitará a proposição de medidas efetivamente aplicáveis à nossa realidade.

1.1 Localização

A área estudada está geograficamente localizada no sul do estado de São Paulo e noroeste do estado do Paraná, em uma região correspondente a Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape e o complexo estuarino-lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá (figura 1.1.1). Sua extensão é da ordem de 260 km, com uma área de drenagem de aproximadamente 28.306 km², sendo 17.115 km² no estado de São Paulo e 11.191 km² no estado do Paraná.

A Bacia divide-se em treze sub-bacias:

- **Alto Ribeira** abrangendo os municípios de: Barra do Chapéu; Itapirapuã Paulista; Apiaí; Itaóca; Iporanga e Ribeira;
- **Baixo Ribeira** abrangendo os municípios de: Apiaí; Iporanga; Eldorado e Sete Barras;
- **Rio Ribeira de Iguape** abrangendo os municípios de: Registro; Pariquera-Açú e Iguape;
- **Alto Juquiá** abrangendo os municípios de: São Lourenço da Serra; Juquitiba e Tapiraí;
- **Médio Juquiá** abrangendo os municípios de: Tapiraí; Juquiá e Miracatú;
- **Baixo Juquiá** abrangendo os municípios de: Juquiá; Tapiraí; e Sete Barras;
- **Rio São Lourenço** abrangendo os municípios de: Miracatú; Pedro de Toledo e Juquiá;
- **Rio Itariri** abrangendo os municípios de: Itariri e Pedro de Toledo;
- **Rio Una da Aldeia** abrangendo o município de Iguape;
- **Rio Pardo** abrangendo o município de Barra do Turvo;
- **Rio Jacupiranga** abrangendo os municípios de: Jacupiranga; Cajatí e Registro;
- **Vertente Marítima Sul** abrangendo os municípios de Cananéia e Ilha Comprida;
- **Vertente Marítima Norte** abrangendo o município de Iguape.

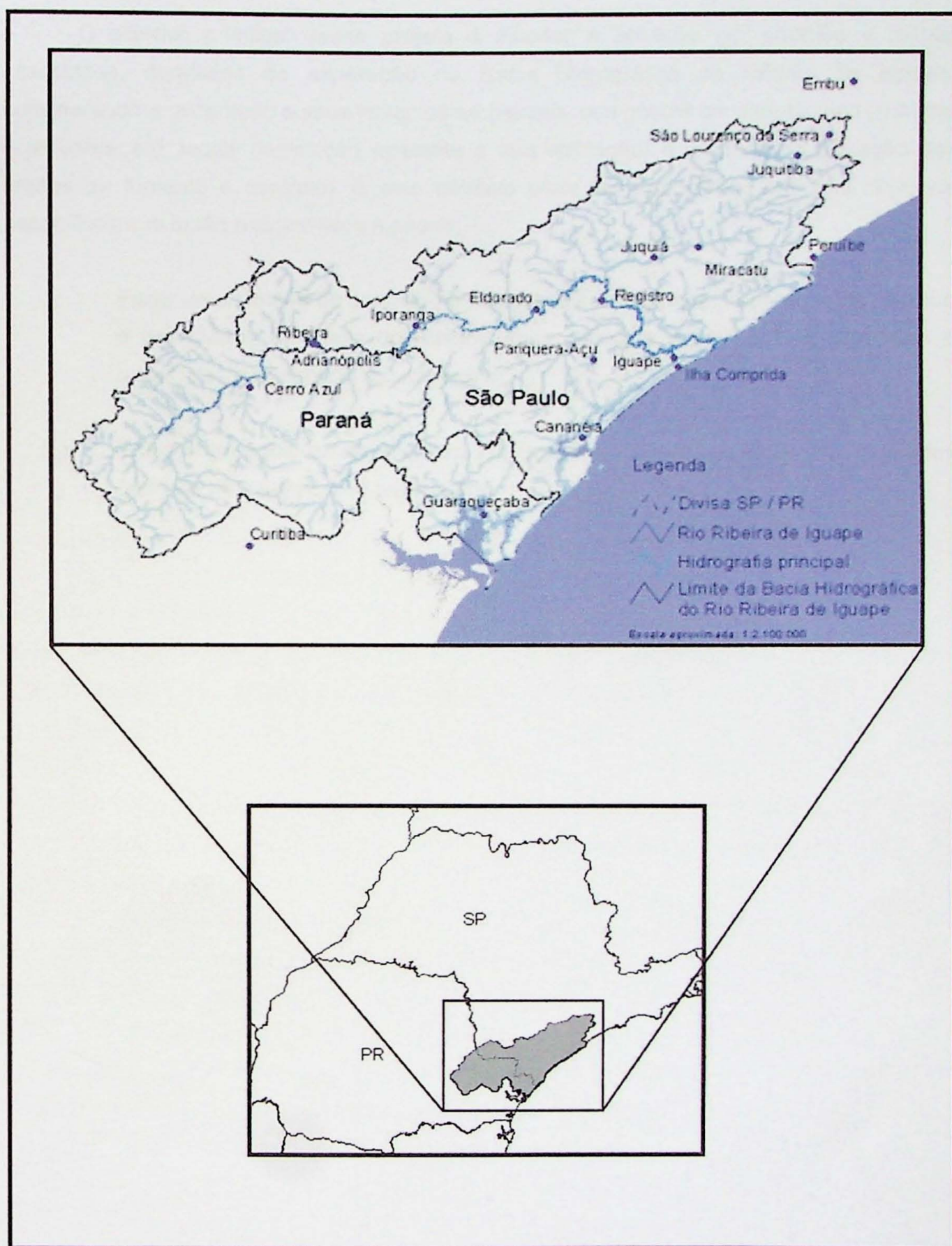


Figura 1.1.1. Mapa de localização da área estudada.

2. Objetivos

O objetivo principal desse projeto é estudar a poluição por chumbo e metais associados, derivados da mineração na Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape, considerando a mineração e seus impactos ambientais, dos pontos de vista técnico (controle e recuperação), legais (legislação existente e sua aplicação) e institucional (atuação dos órgãos de fomento e controle). E este objetivo pode ser subdividido em dois objetivos específicos que estão relacionados a seguir:

- I.) Fazer uma síntese de conhecimentos sobre a poluição por mineração de chumbo e associados na Bacia do Ribeira, seus impactos e as medidas propostas e possíveis de controle e recuperação;
- II.) Estudar em particular os aspectos legais e institucionais, visando propor medidas factíveis de controle e recuperação.

3. Trabalhos Prévios

3.1. Contexto Geológico

Araújo (1999) com base em trabalho realizado por Campanha *et. al.* (1996), apresenta a caracterização geológica da área estudada, que é transcrita abaixo, e pode ser visualizada no mapa geológico da figura 3.1.1.. A coluna litoestratigráfica da região do Vale do Ribeira é exibida na Tabela 3.1.1..

As unidades abaixo estão organizadas segundo sua geocronologia.

Pré – Cambriano

As rochas do Pré-Cambriano estratigraficamente pode ser divididas em:

- **Complexo Gnáissico-Migmatítico** – rochas metamórficas do fácies anfibolito composto por migmatitos embrechíticos e nebulíticos, granito-gnaisses, migmatitos estromalíticos com paleossomas de anfibólio-biotita, biotita-hornblenda gnaisses predominantes, mica-quartzo xistos, ultrabasitos, metabasitos e anfibolitos subordinados, ortognaisses de composição diorítica a granodiorítica, com intercalações de quartzitos, anfibolitos, metabasitos e metaultrabasitos. Estas rochas foram geradas no Ciclo Transamazônico (Paleoproterozóico) e retrabalhados no Ciclo Brasileiro (Mesoproterozóico) (Cordani 1974; Siga Jr. 1995 *apud* Daitx 1996).

- **Supergrupo Açungui** – rochas de baixo a médio grau de metamorfismo e com idade mínima referente ao Mesoproterozóico. O Supergrupo Açungui pode ser dividido nas seguintes unidades:

- Grupo Setuva – As litologias são compostas basicamente por metapelitos (filitos e xistos finos) com presença de mármore, quartzo xistos e quartzitos. Ocorrem raras intercalações de metabasitos.

- Formação Capiu – é composta por filitos, metassiltitos, filitos grafitosos, metarritmitos e ardósias, mármore dolomíticos e dolomitos com finas intercalações de *metachert*, quartzitos, metarenitos, metarcóseos e hornfels.

- Mármore da Tapagem – são mármore finos, brancos, isotrópicos, homogêneos e dolomíticos. Ocorrem intercalações de cálcio xistos, mica-quartzo xistos e quartzitos.

- Grupo Votuverava – é subdividido nos Subgrupos Ribeira e Lajeado.

- Subgrupo Ribeira – é composto por metarritmitos, predominantemente metassiltitos finos, ardósias e filitos com intercalações de quartzos filitos, quartzitos, carbonato filitos, metassiltitos, metargilitos maciços, clorita filitos, xistos verdes, filitos grafitosos, metaconglomerados oligomíticos, mármore, *metacherts*, formações ferríferas e metatufos, com expressivas intercalações de rochas metabásicas, representadas por anfibolitos, epídoto-actinolita fels e clorita-carbonato fels. Pode ser subdividido em:

- Formação Perau – é composta por quartzo-muscovita-biotita xistos, com intercalações locais de quartzitos, xistos com plagioclásio, granada, anfibólio e magnetita, alternância de mármore dolomíticos e mica xistos com tremolita, quartzitos finos, carbonato xistos com intercalações de mármore, metavulcânicas básicas a ácidas, incluindo anfibolitos, epídoto-actinolita fels, clorita-carbonato fels e prováveis metatufos.

- Formação Iporanga – é composta por metarritmitos, metassiltitos, filitos e ardósias, com intercalações de metaconglomerados e metabrechas polimíticas com matriz filítica, metarenitos (por vezes conglomeráticos), metarcóseos, metarenitos e metaconglomerados polimíticos de matriz arcoseana, quartzitos com intercalações de metassiltitos e hornfels.

- Subgrupo Lajeado – denominação dada por Campanha *et al* (1996) *apud* Araújo (1999). Trata-se de uma seqüência plataformar de águas rasas, porém não litorânea (Petri & Suguio 1969) é constituída pela alternância de pacotes relativamente espessos de composição carbonática e psamo-pelítica. O Subgrupo Lajeado tem uma divisão interna elaborada por Hasui & Olivera (1984) e modificada por Campanha *et al* (1996) e adotada por Araújo (1999), e da base para o topo são compostas pelas seguintes formações: Betari, Bairro da Serra, Água Suja, Mina de Furnas, Serra da Boa Vista, Passa Vinte, Gorutuba e Gabro de Apiaí.

- Formação Água Clara – é composta por rochas cálcio-silicáticas, cálcio xistos, carbonato xistos, mármore e intercalações de quartzitos, mica xistos, metabasitos, metaultramáficas, filitos e paragneisses, mármore, mica xistos, anfibólio xistos, quartzitos, granada-clorita-biotita xistos, *metacherts*, metatufos básicos e intermediários, metabasitos e cornubianitos, orto-anfibolitos, carbonato-anfibolitos e ortogneisses parcialmente migmatizados.

- Grupo Itaiacoca – é composto por filitos, sericita xistos, metassiltitos, metargilitos, filitos grafitosos, ardósias e metarritmitos. Subordinadamente, metarenitos, quartzitos, mármore dolomíticos e clorita xistos, mármore dolomíticos com estruturas estromatolíticas e raras oolíticas e pisolíticas. Ocorrem intercalações de *metacherts*, metapelitos e xistos carbonosos subordinadamente.

As rochas instaladas durante o intervalo médio e superior do Neoproterozóico, advindas provavelmente de arcos magmáticos são divididas nas unidades:

- **Complexos Granitóides** – rochas de composição e texturas diversas, englobando desde granitóides porfiróides a granitóides pós-tectônicos e, possivelmente, também porções do embasamento.

- **Suítes e Corpos Graníticos Sin- a Tardi-Tectônicos** – compostos por biotita-hornblenda-granitos e granodioritos, porfiríticos e/ou equigranulares, cinza, com enclaves de microgranitos, quartzo dioritos e gnaisses. Ortognaisses predominantes, com migmatitos, granitos de anatexia e milonito gnaisses porfiroblásticos subordinados.

Transição do Neoproterozóico a Paleozóico

As rochas pertencentes à unidade denominada de **Suítes e Corpos Graníticos Pós-Tectônicos** foram geradas no intervalo correspondente a Neoproterozóico superior a Cambro-ordoviciano (Paleozóico) são constituídas por granitóides intrusivos, normalmente equigranulares, róseos, de composição alcáli-feldspato granito e quartzo sienito.

Mesozóico

A unidade nomeada de **Corpos Gábricos** foi formada no Triássico-Jurássico, esses corpos são compostas por olivina gabros, quartzo monzogabros, gabros subofíticos, diabásios e essexitos.

A unidade denominada de **Intrusivas Básicas** foi gerada no Jurássico – Cretáceo, as rochas são basicamente intrusivas básicas e presença de diabásios, lamprófios e gabros.

Cretáceo

Na unidade **Suites e Corpos Alcalinos** aflora ijolitos, foiaítos, malignitos, essexitos, jacupiranguitos, piroxenitos, peridotitos, fonólitos, tinguaítos, álcali sienitos, pulaskitos e gabros alcalinos, associados aos maciços de Tunas, Barra do Itapirapuã, Itapirapuã, Mato Preto e Banhadão.

Quaternário

Os **Depósitos Aluvionares** são constituídos por areias de granulação variada, cascalhos, siltes e argilas. Ocorrem terraços e depósitos associados à rede de drenagem.

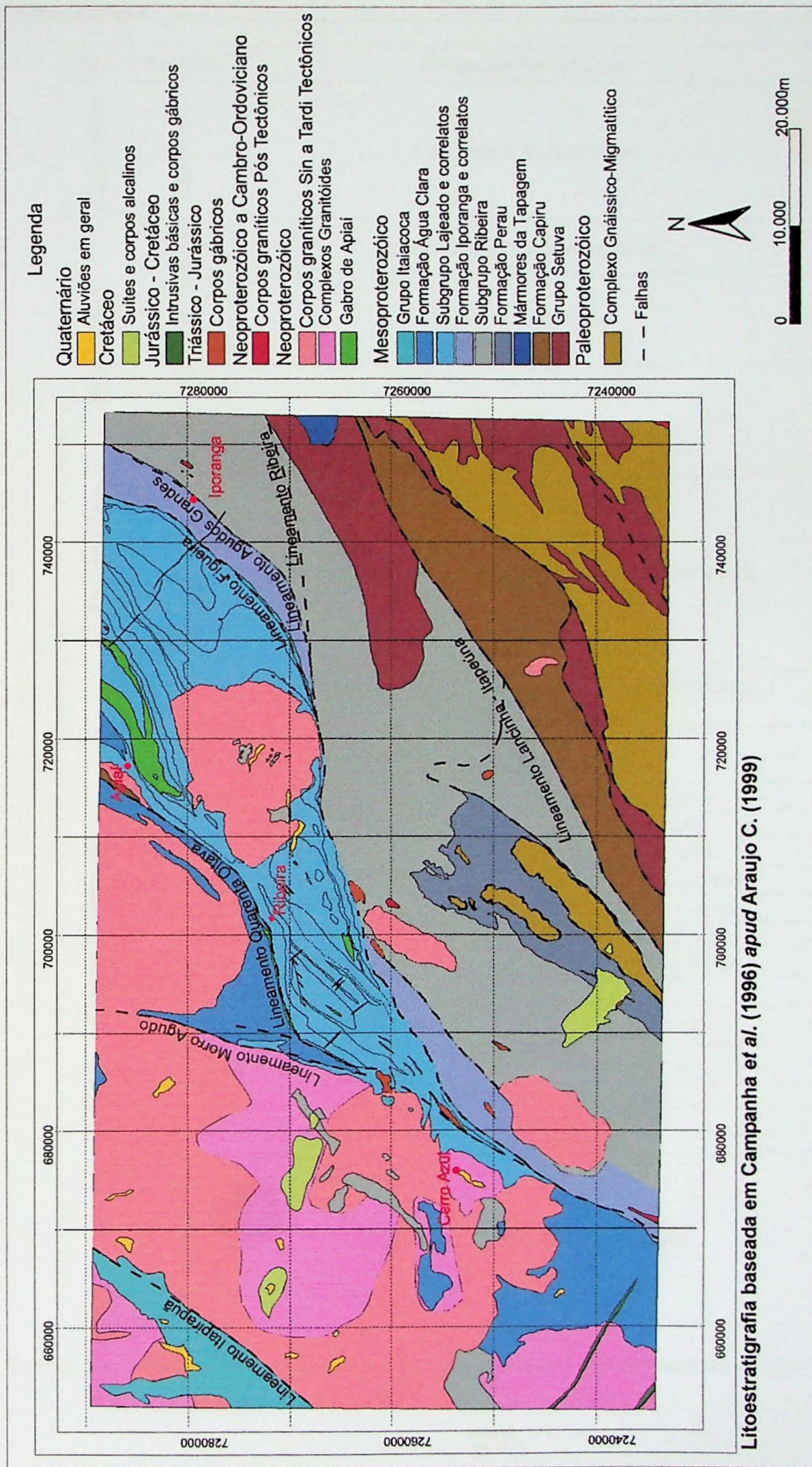


Figura 3.1.1. Mapa geológico da área estudada.

Era	Período	Unidades Geológicas			
Cenozóico	Quaternário	Depósitos Aluvionares			
Mesozóica	Cretáceo	Suítes e Corpos Alcalinos			
	Jurássico	Intrusivas Básicas			
	Triássico	Corpos Gábricos			
Paleozóico	Cambro-Ordoviciano	Suítes e Corpos Graníticos e Pós-Tectônicos			
Pré - Cambriano	Neoproterozóico	Suítes e Corpos Graníticos Sin- a Tardi-Tecônicos			
		Complexo Granitóides			
		Supergrupo Açungui	Formação Itaiacoca		
			Formação Água Clara		
	Gr. Votuverava		Subgrup o Lajeado	Gabro de Apiaí	
				Fm. Gorutuba	
				Fm. Passa Vinte	
				Fm. Serra da Boa Vista	
	Mesoproterozóico		Subgrup o Ribeira	Fm. Mina de Furnas	
				Fm. Água Suja	
				Fm. Bairro da Serra	
				Fm. Betari	
		Fm. Iporanga			
		Fm. Perau			
	Paleoproterozóico	Mármore da Tapagem			
		Formação Capiu			
		Grupo Setuva			
Complexo Gnáissico-Migmático					

Tabela 3.1.1. Coluna Litoestratigráfica da área estudada (modificada de Araújo 1999).

3.2. Contaminação por chumbo no Vale do Ribeira

A partir do aumento da consciência ambiental, numerosos trabalhos foram feitos visando quantificar a poluição por chumbo e associados na Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, tais como Lopes (1987), Eysink *et al* (1988, 1990), Macedo (1990, 1991, 1993, 2000), CETESB (1991, 1996, 2000), Ferreira (1994) e Corsi (1999). Alguns trabalhos se encontram em andamento, com resultados preliminares divulgados em reuniões como o “Seminário sobre Qualidade de Água no Ribeira”, relatórios preliminares, como os de problemas de saúde elaborada pela Unicamp (Capitani & Figueiredo, 2001), e trabalhos em congressos, além de notícias de jornais, relatos pessoais e de governos locais.

Em síntese, o que se conhece sobre a poluição por mineração de chumbo e metais associados na Bacia do Ribeira é o seguinte:

- No período entre de 1920 e 1996 três milhões de toneladas de minérios contendo chumbo e metais associados foram mineradas na bacia do Ribeira, principalmente nas áreas de Furnas, Lajeado, Panelas, Rocha e Ribeirão Grande (Perau, Barrinha e Canoas), cuja localização é mostrada na Figura 1.1.;
- As condições de mineração foram sempre rudimentares e o controle só foi exercido em algumas áreas, nos últimos anos de produção, de forma parcial e ineficiente;
- Os metais foram dispersos principalmente como sedimentos em suspensão e de fundo, ao longo das drenagens que cortam as áreas minerais, sendo levados ao rio Ribeira de Iguape, chegando até o complexo estuarino-lagunar Iguape-Cananéia-Paranaguá. Nas vizinhanças imediatas das áreas mineradas o solo superficial e a vegetação também foram poluídos, principalmente ao redor das instalações de concentração e metalurgia;
- Os metais foram absorvidos pelos organismos aquáticos, tendo sido detectados altos teores em peixes, tanto nos rios quanto no estuário;
- A poluição causou problemas de saúde nos habitantes da região, tanto pelo contato direto com áreas poluídas quanto por consumo de água e peixes contaminados;
- Como a mineração e as atividades metalúrgicas foram paralisadas em 1996, houve uma diminuição no teor de chumbo detectado nas águas e organismos aquáticos, porém continua alto nos sedimentos de corrente;
- O teor de chumbo dissolvido na água em forma biodisponível é pequeno em relação ao contido nos sedimentos, devido ao pH relativamente alto. O represamento de água em reservatórios profundos, como os planejados para o Ribeira, pode gerar condições redutoras, induzindo a acidificação da água. Isto pode causar a solubilização dos metais atualmente contidos nos sedimentos, possibilitando sua incorporação pela cadeia biológica no rio e no estuário, constituindo risco de saúde para a população humana;

- O controle da poluição tanto pelas mineradoras como pelas instituições oficiais tem sido ineficiente. Os metais pesados continuam a ser carregados para as drenagens, a partir da lixiviação das pilhas de rejeitos, áreas escavadas, galerias abandonadas e tanques de decantação ineficientes nas áreas mineradas, nas quais muito pouco foi feito para recuperação da degradação ambiental;
- Problemas de saúde têm sido relatados pela imprensa e pelos governos locais, indicando que ainda há riscos para a população. Casos recentes levaram a uma pesquisa da população de Adrianópolis feita pela UNICAMP, que mostrou contaminação leve em parte da população, e mais acentuada na que habita as proximidades das instalações de beneficiamento, onde o solo é muito poluído;
- A rede de monitoramento é muito limitada, os estudos de maior extensão e maior complexidade foram muito poucos e efetuados por técnicas variadas, além de mal divulgados, dificultando a compreensão abrangente do problema.

O mapa da Figura 3.2.1. apresenta a localização dos pontos de amostragem de água apresentado em CETESB (2000), referentes ao monitoramento especial feito pela empresa na região.

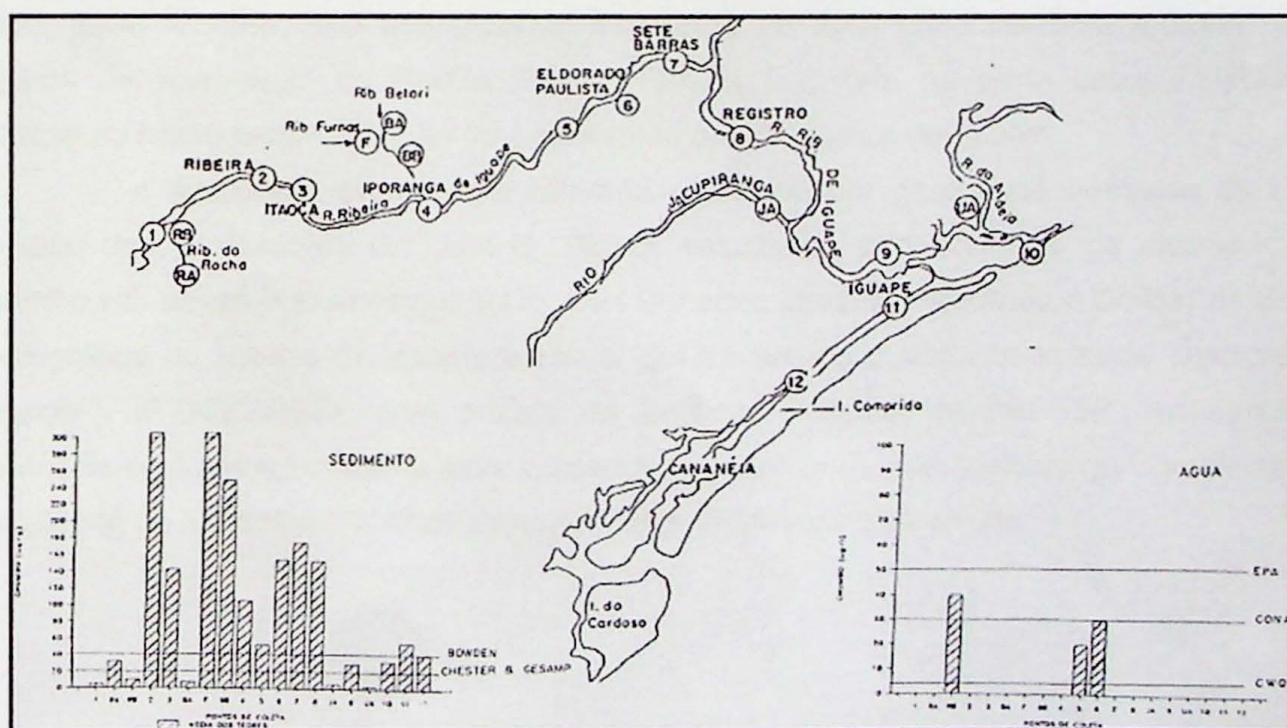


Figura 3.2.1. Pontos de amostragem do monitoramento especial CETESB (2000).

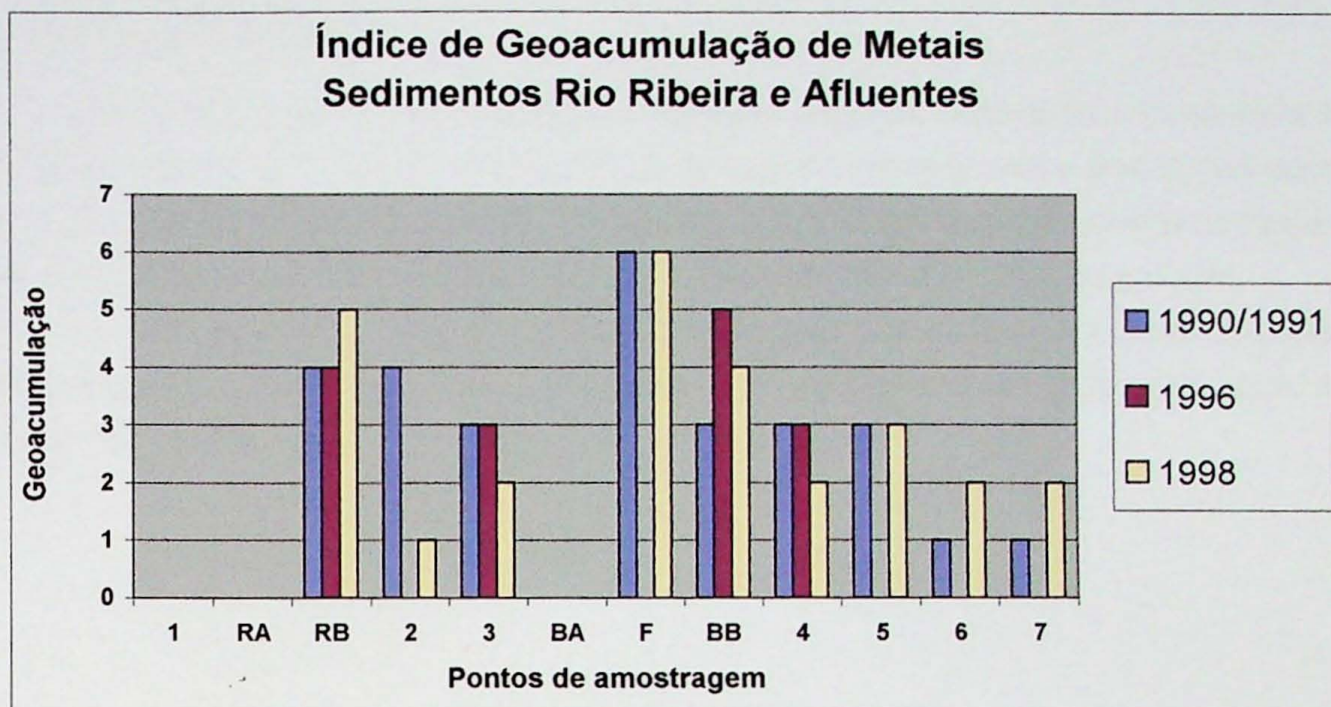


Figura 3.2.2. Variação do Índice de acumulação de metais em sedimentos nos pontos amostrados (Figura 3.2.1.).

Observando o gráfico, que resume o comportamento de chumbo e associados no Ribeira e nos afluentes Rocha (RA e RB) e no conjunto Furnas-Betari (F e BB), nota-se uma diminuição dos teores nos afluentes e na parte inicial do Ribeira, entre as amostragens de 1990, 1996 e 1998, não acontecendo o mesmo na área imediatamente afetada pelos rejeitos de mineração do Rocha (RB) e Furnas (F), nem na parte baixa do Ribeira, mostrando haver movimentação de sedimentos contaminados rio abaixo.

A área está sendo intensamente estudada por grupos de pesquisa da USP (grupos dos professores Dr. Joel B. Sígolo, estudando a geoquímica da dispersão de chumbo em águas e sedimentos e Dr. Arlei Benedito Macedo, apoiando o Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul no estudo e administração do controle da poluição), IPEN/SABESP com projeto de Políticas Públicas da FAPESP, estudando a qualidade da água e avaliando seus indicadores, e Unicamp, pelo Instituto de Geociências e Faculdade de Medicina, cobrindo os aspectos geoquímicos e de saúde.

4. Materiais e Métodos

O trabalho proposto teve ênfase nos aspectos legais da mineração e do controle da poluição, baseando-se em levantamentos de bibliografia convencional e não convencional (relatórios internos, notícias, Internet). Os aspectos científicos e técnicos foram levantados e estudados para apoiar as propostas que serão efetuadas para o controle da poluição.

Os materiais usados foram computadores ligados à Internet, não estando previstas amostragens ou análises. Os mapas usados para a síntese foram fornecidos pelo grupo de pesquisa do orientador.

5. Desenvolvimento do Trabalho

No projeto inicial foram propostos três objetivos:

- I.) Sistematizar os conhecimentos sobre os impactos da mineração de chumbo na área;
- II.) Estudar os aspectos legais e institucionais associados;
- III.) Promover medidas para a coordenação institucional entre diversas entidades públicas e privadas.

Levando em consideração o parecer dado em que foi dito – “... os objetivos são excessivos para um trabalho de formatura. A promoção de articulação entre as diferentes instituições requer muito mais que conhecimentos técnicos, sendo uma atividade eminente política e administrativa”, foi decidido em comum acordo com o orientador, limitar-se aos dois primeiros, de cunho mais técnico. Portanto, as atividades que seriam desenvolvidas para o cumprimento desse objetivo foram canceladas.

Os cronogramas abaixo apresentam uma comparação entre o planejamento inicial das atividades, conforme proposto no Projeto Inicial e as atividades efetivamente realizadas.

Cronograma Inicial

Atividades	Meses									
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Planejamento	•	•								
Levantamento e organização de informações	•	•	•	•	•					
Síntese de conhecimentos científicos e técnicos			•	•	•					
Levantamento de legislação e regulamentos		•	•	•						
Levantamento das instituições			•	•	•	•				
Relatórios de aspectos legais e institucionais					•	•	•			
Proposição de medidas								•	•	
Redação de artigo, texto final e apresentação ppt										•

Cronograma Final

Atividades	Meses									
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Planejamento	✓	✓								
Levantamento e organização de informações	✓	✓	✓	✓	✓					
Síntese de conhecimentos científicos e técnicos			✓	✓	✓			✓		
Levantamento de legislação e regulamentos		✓	✓	✓			✓	✓		
Levantamento das instituições				✓	✓	✓	✓			
Relatórios de aspectos legais e institucionais					✓	✓	✓	✓		
Redação de artigo, texto final e apresentação ppt									✓	✓

Nas demais atividades, a única mudança foi no prazo de execução, que em alguns casos foi estendido, como nos itens, "Levantamento de legislação e regulamentos", "Levantamento das instituições" e "Relatórios de aspectos legais e institucionais".

6. Resultados Obtidos

6.1. Síntese de conhecimentos

6.1.1. Halos de dispersão naturais e provocados pela mineração

As pilhas de rejeito e escórias de fundição, dispostas diretamente no solo nas áreas das minerações e próximo ao leito do rio Ribeira de Iguape e afluentes são as principais fontes de contaminação do meio por metais pesados (Sígolo & Franchi 2003). O transporte dos contaminantes se dá basicamente pela água da chuva, que lixívia as pilhas e carrega metais solubilizados e em suspensão.

Os elementos solubilizados contaminam diretamente o solo e as águas superficiais, enquanto que os materiais em suspensão são a principal fonte de contaminação dos sedimentos de corrente.

Sígolo & Franchi (2003) analisaram resíduos de mineração e extratos lixiviados de resíduos das minas do Rocha e Panelas, e constataram que, nos dois casos, as concentrações de metais pesados estão bem acima dos limites estabelecidos pelas normas brasileiras. A Tabela 6.1.1.1. apresenta os teores encontrados nos resíduos de mineração, enquanto que a Tabela 6.1.1.2. apresenta os teores encontrados nos extratos lixiviados.

Elementos	Rejeito Rocha	Rejeito Panelas	Escória	NBR 10004/87
Fe	13.168	66.236	195.142	
Mn ²⁺	1.096	2.633	2.246	
Pb ²⁺	9.734	5.384	30.820	1.000
Cu ²⁺	435	114	1.367	
Zn ²⁺	437	6.427	126.933	
As ²⁺	-	-	2.045	1.000

Fonte: Modificado de Sígolo & Franchi (2003)

Tabela 6.1.1.1. Teores de metais pesados em resíduos de mineração, em mg/kg.

Elementos	Rejeito Rocha	Rejeito Pannels	Escória	NBR 10005/87	CONAMA 20/86 e Dec. 8468/76
Fe _{total}	0,62	0,22	38,3		
Mn ²⁺	3,60	16,60	4,98		1,00
Pb ²⁺	110,20	89,21	2,03	5,00	0,50
Cu ²⁺	7,92	0,08	-		1,00
Zn ²⁺	4,51	74,9	194,90		5,00
Cd ²⁺	0,05	0,29	0,06	0,50	0,20

Fonte: Modificado de Sigolo & Franchi (2003).

Tabela 6.1.1.2. Teores de metais pesados em extratos de resíduos lixiviados, em mg/l.

6.1.1.1. Solos

Na área do vale do Ribeira têm sido realizados estudos de prospecção geoquímica, com amostras de solo dos depósitos do tipo Pannels e Perau, desde meados da década de 50, apresentando excelentes resultados.

Uma síntese apresentada por Macedo & Batolla (1981), mostra que os resultados das análises na mina de Perau são muito típicos, com valores que podem ser definidos como limiares de anomalia possíveis, que estão apresentados na tabela abaixo:

ELEMENTOS	MG (média geométrica)	ANOMALIA POSSÍVEL
Cu	30	120
Pb	16	100
Zn	30	145

Fonte: Macedo & Batolla (1981).

Tabela 6.1.1.1.1. Médias geométricas e limiares de anomalia em solos na área próxima da mina do Perau, em ppm.

Segundo Macedo & Batolla (1981), as anomalias apresentam larguras superiores a 100 m (para uma camada mineralizada com cerca de um metro de espessura), tendo o cobre como o elemento mais móvel. O chumbo e o zinco por serem menos móveis definem com mais precisão a localização do minério.

Braga & Figueiredo (2002) realizaram um estudo sobre o comportamento de As, Pb, Zn e Cu em solos que apresentam anomalias geoquímicas positivas localizadas na Faixa Piririca, entre as cidades de Iporanga e Eldorado. As concentrações encontradas são apresentadas na Tabela 6.1.1.1.2, que apresenta também as concentrações médias para solos não contaminados. Nota-se que os valores mínimos encontrados para os quatro elementos estão muito acima dos valores encontrados em solos não contaminados.

ELEMENTOS	MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA (para solos não contaminados)
As	215	3200	40
Pb	159	1310	30
Zn	102	975	50
Cu	122	496	20

Fonte: Braga & Figueiredo (2002).

Tabela 6.1.1.1.2. Concentrações mínimas e máximas encontradas em solos contaminados da Faixa Piririca (entre as cidades de Iporanga e Eldorado, SP) e médias para solos não contaminados, em ppm.

Segundo os autores, apesar das concentrações para os quatro metais estarem acima da média prevista, a disponibilidade dos mesmos é praticamente nula para as condições físico-químicas do meio. Estas condições favorecem a retenção desses metais nas camadas mais superiores nos perfis de solo e explicam as baixas concentrações de metais em águas superficiais encontradas atualmente nas drenagens da região.

6.1.1.2. Água

Eysink (1991) e Eysink *et al.* (1988, 1990) *apud* Macedo (2000) descrevem estudos realizados em amostras de água do rio Ribeira e do complexo estuarino-lagunar Iguape-Cananéia-Paranaguá, sobre a dispersão de metais pesados.

Como mostram os resultados desses estudos, os teores de metais pesados atingem limites superiores aos teores máximos estabelecidos pelas normas brasileiras e internacionais para abastecimento e para a preservação de vida aquática no rio Ribeira.

A tabela abaixo demonstra os limites e teores máximos encontrados em pontos nas áreas de influência das minas do Rocha, Perau, Pannels e Furnas, no córrego Betari (abaixo da mina de Furnas), no ribeirão do Rocha e no complexo, no ponto mais próximo da barra do Ribeira.

Elemento	Limites máximos	Razão teor máximo/limites	Local
Cobre	20	1,8	Betari
Chumbo	30	57,5	R. Rocha
Mercúrio	-	-	Estuário
Zinco	180	44,4	Betari

Fonte: Eysink (1988, 1990), limites conforme CONAMA (Brasil, 1986) para águas.

Tabela 6.1.1.2.1. Limites estabelecidos nas normas brasileiras e razão entre eles e os teores máximos de metais pesados em águas do Vale do Ribeira e Complexo Estuarino-Lagunar Iguape-Cananéia. Os limites são expressos em ppb.

Nas amostras analisadas não foram encontrados teores anômalos de cádmio, enquanto que o chumbo foi encontrado anômalo na área de influência das quatro minas citadas (Macedo 2000).

Ferreira (1994) estudou a dispersão de Cu, Pb e Zn em drenagens próximas à mina do Rocha. Nas águas que drenam as áreas mineradas os teores foram próximos de 0.05 mg/l para Pb, 0.01 mg/l para Cu e chegaram a 0.14 mg/l para Zn. Os baixos teores de Pb na água indicam que boa parte da carga poluente gerada é transportada preferencialmente pelos sedimentos de corrente.

JICA/MMAJ (1992, 1993 *apud* Macedo 2000) – Japan International Cooperation Agency/ Departamento Nacional da Produção Mineral – realizou trabalhos na área do alto do rio Ribeira, onde foram descritas as análises químicas das amostras coletadas em duas etapas. Na primeira etapa, foram coletadas amostras dos efluentes da pilha de rejeito da mina Panelas que apresentaram os seguintes valores: 5 ppm de Cu, 1 ppm de Pb e >2 ppm de CN; na saída da galeria G-IV da mina Perau, 10 ppm de Zn; no córrego Furnas, > 10 ppm de Zn e 0,03 de Cd, estes valores são superiores aos admitidos na legislação de São Paulo. O pH apresentou valores superiores a 7, em muitos casos maior que 8, a não ser no caso do córrego de Furnas, cujo pH 6 talvez seja o responsável pela maior dissolução de Zn e Cd. Na segunda etapa, foram encontrados os teores de 6 ppm de Zn a jusante do depósito de rejeito da mina de Furnas; > 2 ppm de CN e 4 ppm de Cu nos efluentes da bacia de rejeito da mina Panelas. Foi notado lançamento de efluentes da mina de Barrinha diretamente das bacias de rejeito nos ribeirões Barrinha e Forquilha, sem que houvesse um correspondente aumento nos teores em água. Isto provavelmente se deve ao alto pH 8,2, uma vez que os teores de metais pesados em sedimentos são altíssimos.

A Companhia Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) entre 1978 a 1996, encontrou concentrações de chumbo que variam de 0,004 a 0,23 mg/l, em amostras superficiais do rio Ribeira localizadas próximo ao Município de Itaoca (Cunha *et al.* 2001 *apud* Paoliello & Chasin 2001).

Corsi (1999) elaborou análises de água em amostras de águas superficiais e de galerias coletadas na bacia do ribeirão Grande. Nestas amostras não foram detectadas concentrações de chumbo e de cobre, que apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do método analítico empregado (espectrometria de emissão atômica com plasmas induzidos). O chumbo apresentou teores inferiores a 0,10 mg/l e o cobre inferior a 0,5 mg/l. As concentrações dos demais metais encontrados são apresentadas na Tabela 6.1.1.2.2. abaixo.

Elementos	Média		Mínima		Máxima	
	outubro	maio	outubro	maio	outubro	maio
Zn	0,24	0,78	0,07	0,40	2,70	1,80
Fe	0,16	0,31	0,05	0,10	0,50	4,90
Mn	0,04	0,13	0,02	0,06	0,40	0,70
Ni	0,70	-	0,05	-	0,10	-

Fonte: Corsi (1999). (-) Não detectado

Tabela 6.1.1.2.2. Dados estatísticos para Zn, Fe, Mn e Ni (em mg/l) das amostras de águas superficiais e de galerias da bacia do Ribeirão Grande.

Cunha *et al.* (2001) *apud* Paoliello & Chasin (2001) num estudo realizado em amostras de água superficiais no rio Ribeira e no rio Betari (afluente do rio Ribeira), no período de 1998 a 2000, constataram concentrações de chumbo < 0,005 a 0,006 mg/l, bem abaixo dos teores estabelecidos como ideais pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – limite máximo para chumbo igual a 0,03 mg/l.

CETESB (2003) observou em suas análises, que no trecho do Rio Ribeira, em Apiaí, aparentemente não encontrou fontes expressivas de contaminação. No entanto, na época de chuvas pode haver transporte de resíduos de mineração, que são contaminantes do solo. A média dos valores de turbidez deste trecho do rio Ribeira não diferenciam da série histórica, indicando a não ocorrência de acarretamento de material sólido contaminado para o interior do rio. Os resultados de chumbo confirmam esse diagnóstico, uma vez que, não constataram valores não conformes deste metal.

Cotrin (2003) apresentou no 1º Seminário da Qualidade das Águas do rio Ribeira de Iguaçu – IPEN, resultados preliminares de 43 amostras de água coletadas em 18 municípios da região. Os valores de chumbo encontrados nas amostras de água superficiais foram de 0,003 a 0,009 ppm, porém sofre redução na Estação de Tratamento de Água, e mesmo foi observado para o Ba, Zn, Mn e Fe.

6.1.1.3. Sedimentos de corrente

Lopes (1987) em estudo preliminar citado por Macedo (2000), encontrou na zona de influência da mina Furnas, teores máximos de 112 ppm para Cu, 88 ppm para Ni, 1598 ppm para Zn e 3596 ppm para Pb, em drenagem poluída por antiga galeria.

Eysink (1988, 1990) mostra os limites e teores máximos encontrados em pontos nas áreas de influência das minas do Rocha, Perau, Pannels e Furnas, no córrego Betari (abaixo da mina de Furnas), no ribeirão do Rocha e no complexo, no ponto mais próximo da barra do Ribeira. Os dados são apresentados na Tabela 6.1.1.3.1. abaixo.

Elemento	Limites máximos	Razão teor máximo/limites	Local
Cobre	25	2,4	Betari
Chumbo	40	100,0	R. Rocha
Mercúrio	0,1	1,5	Estuário
Zinco	90	45,4	Betari

Fonte: Eysink (1988, 1990), limites conforme Bowden (in Eysink, 1988) para sedimentos.

Tabela 6.1.1.3.1. Limites estabelecidos nas normas brasileiras e razão entre eles e os teores máximos de metais pesados em sedimentos de corrente do Vale do Ribeira e Complexo Estuarino-Lagunar Iguape-Cananéia. Os limites são expressos em ppm.

Conforme os dados apresentados acima, nota-se que os elementos possuem concentrações superiores aos limites estabelecidos por Bowden, destacando-se o chumbo que foi encontrados em concentrações 100 vezes maiores.

Ferreira (1994) produziu um estudo para determinação da poluição provocada pela mina do Rocha, coletando e analisando 36 amostras, sendo 21 amostras de sedimentos de corrente e 15 amostras de água na área de influência dessa mina. Os teores chegaram a 26.500 ppm de Pb, 942 ppm de Zn e 565 ppm de Cu, imediatamente abaixo da mina, mantendo o valor de 16.920 ppm de Pb. A 500 m abaixo da mina é coletado 4 amostras com teores de Pb maiores que 500 ppm, em sedimentos ativos de corrente.

Corsi (1999) realizou análises químicas nos sedimentos de corrente coletados nos ribeirões Grande, Perau e Canoas e córrego Laranjal. Os trabalhos desenvolvidos foram sistematizados em duas campanhas, a primeira no período de seca (outubro) e a segunda no período de chuva (maio). Na tabela abaixo temos as concentrações, em ppm, dos metais cobre, chumbo e zinco encontrados nas duas campanhas.

Elementos	Média		Mínima		Máxima	
	outubro	maio	outubro	maio	outubro	maio
Cu	69,3	76,6	38,0	40,0	197,0	152,0
Pb	473,2	230,0	8,0	49,0	1985,0	943,0
Zn	120,8	127,8	43,0	64,0	404,0	316,0
Mn	1793	238,7	479,0	90,0	4583,0	530,0
As	6,3	8,8	1	1	28,0	48,0

Fonte: Corsi (1999).

Tabela 6.1.1.3.2. Dados estatísticos das amostras de sedimentos de corrente da bacia do ribeirão Grande, em ppm.

A CETESB em 2003 apresenta o resultado do monitoramento de sedimentos de corrente amostrados no rio Ribeira de Iguape, a montante do Valo Grande (RIBE09900). Esses sedimentos apresentaram baixo teor de finos, com predominância da fração areia (64,9%) frente às frações silte (23,2%) e argila (11,9%), o teor de umidade (36,9%) e resíduos voláteis (3,4%). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6.1.1.3.3. abaixo.

Elementos	TEL	PEL	Amostra RIB09900
Cd	0,60	3,50	0,35
Pb	35,00	91,30	25,00
Cu	35,70	197,00	17,00
Zn	123,00	315,00	45,10

Fonte: Modificado de CETESB (2002).

Tabela 6.1.1.3.3. Comparação dos valores obtidos em amostra de sedimentos de corrente com os valores de TEL e PEL (em µg/g)

Os valores obtidos foram comparados com os valores de TEL ("Threshold Effect Level" - concentração abaixo da qual não são esperados efeitos adversos sobre organismos aquáticos) e PEL ("Probable Effect Level" - concentração acima da qual são esperados efeitos adversos severos sobre organismos aquáticos). Não foram encontrados valores de metais pesados e de contaminantes orgânicos superiores a TEL, indicando que o compartimento do fundo não mostra sinais de impacto decorrente dos compostos investigados. É importante ressaltar que, com relação a Pb, estudos anteriores da CESTEB, indicavam impacto por esse metal, decorrente de atividades mineradoras no rio Ribeira de Iguape, já paralisadas (CETESB 2003).

A baixa proporção de argila nos sedimentos analisados pela CETESB em 2003 pode ser a causa do baixo teor de metais encontrados nas análises, uma vez que esses elementos têm uma tendência de serem adsorvidos em argilas e matéria orgânica.

Sígolo & Franchi (2003) apresentam resultados de análises feitas em sedimentos de corrente (areia e lama) coletadas em pilhas de estoque de porto de areia, próximo a cidade de Sete Barras (SP). Os valores são apresentados na Tabela 6.1.1.3.4.

Elementos	SEDIMENTOS ATIVOS DE CORRENTE					Valores de Referência limites para metais pesados		
	fração < 0,177mm (8% da amostra total)					CCME (sedimentos) ABNT - NBR 10004 (resíduos)		
	Não Magnéticos (93% da amostra)	Magnéticos (7% da amostra)	Magnéticos + Não Magnéticos	Lama	Valores recalculados à amostra total			
						TEL	TEL	
Mn	1.001	5.621	1.403	10.842	220			
Fe	43.400	342.300	69.391	46.932	5.965			
Cu	80	160	87	0	7	197	36	
Zn	320	3.360	584	241	49	315	123	
As	0	0	0	0	0	17	6	1.000
Pb	279	1.860	416	186	35	91	35	1.000
Cr	612	680	618	411	53	90	37	100

Fonte: Modificado de Sígolo & Franchi (2003)

Tabela 6.1.1.3.4. Resultados das análises realizadas em sedimentos de corrente coletados em pilhas de estoque de porto de areia, próximo a cidade de Sete Barras (SP) comparados com os valores de TEL e PEL.

Segundo Sígolo & Franchi (*op. cit*) os sedimentos analisados concentram, em sua fração magnética, metais pesados existentes na escória (Pb, Zn, Cr). O Cr, não detectado nas lixívia, se faz presente em teores significativos nos sedimentos. Juntamente com o Pb, ocorrem em teores que posicionam os sedimentos ativos entre as categorias PEL e TEL, portanto, em níveis de “alerta” quanto à qualidade ambiental.

Lopes (2003), em comunicação verbal, apresentou dados referentes as análises de sedimentos de corrente, coletados em 2003 no rio Furnas e rio Betari. Os dados são apresentados nas Tabelas 6.1.1.3.5. e 6.1.1.3.6. reproduzidas abaixo.

Elementos	Ressurgência	Foz
Pb	7740	5490
Zn	3200	2030
Cd	8,62	6,17
As	1590	1180

Fonte: Lopes (2003)

Tabela 6.1.1.3.5. Concentrações de metais pesados no Ribeirão Furnas, na sua Foz e na área de Ressurgência, ppm.

Elementos	Montante	Jusante	Bairro da Serra
Pb	55,3	1110	267
Zn	36,70	456,00	266,00
Cd	> 0,70	1,78	< 0,70
As	3,58	267	87,1

Fonte: Lopes (2003)

Tabela 6.1.1.3.6. Concentrações de metais pesados no rio Betari, à montante, à jusante do encontro com o rio Furnas, bem como no Bairro da Serra, em ppm.

Os resultados das análises obtidos no rio Furnas mostram que as concentrações estão maiores na ressurgência do que na foz, provavelmente por conta de algum sistema cárstico contaminado que está influenciando o rio.

A tabela 6.1.1.3.6. mostra a influência do rio Furnas sobre o rio Betari mostrando um aumento das concentrações a jusante do encontro dos dois rios, como no caso do chumbo que chega atingir concentrações 20 vezes maiores do que os valores encontrados a montante do rio. Próximo ao bairro da Serra, os teores dos metais encontrados no rio Betari mostraram uma tendência geral de diminuição, principalmente de chumbo, o que indica que a carga de metais pesados apresenta baixa mobilidade, ficando retida em algum ponto do rio, provavelmente adsorvido em partículas de argila e em carbonatos.

6.1.2. Efeitos da poluição por chumbo na saúde humana

O chumbo de um modo geral é muito tóxico acumulando-se principalmente nos ossos, levando a distúrbios de aprendizagem em crianças, além de causar danos irreversíveis ao cérebro. Pode provocar cefaléia intensa, vertigem, tremores, dores articulares, distúrbios mentais, hiperatividade, anorexia, lesões musculares, dores abdominais, cegueira, tumores renais e outros carcinomas.

Sintomas como estes foram relatados pela imprensa e pelos governos locais indicando persistência nos riscos para a população. Estes casos levaram um grupo de pesquisadores da UNICAMP a desenvolver um estudo sobre o efeito da poluição de chumbo no alto Vale do Ribeira (Macedo 2000).

No período de junho de 1999 a outubro de 2000 foram coletadas 295 amostras de sangue de crianças de 7 a 14 anos, dos municípios de Ribeira (SP, área urbana), Adrianópolis (PR, área urbana e rural: Vila Mota, Capelinha e Porto novo) e Iporanga (SP, área rural Serra). Ficou constatado que 60% das crianças de Vila Mota, em Adrianópolis, apresentaram teores de chumbo no sangue maiores que $10 \mu\text{g/dl}$, índice considerado elevado. Nesse mesmo bairro, 13% estavam acima de $20 \mu\text{g/dl}$, sendo necessário, segundo o professor Bernardino Figueiredo, a necessidade de monitoramento da saúde de todas as crianças do local (O Estado de S. Paulo, 31/10/2001).

Em São Paulo, os índices médios foram bem mais baixos (7% em Ribeira e 10% no Bairro da Serra, em Iporanga). No entanto, a relação entre a quantidade de chumbo no sangue variou também conforme a distância em que as crianças estavam da mineração, o sexo (os meninos possuem índices maiores) e a ocupação dos pais. Filhos de ex-funcionários da Plumbum, uma das mineradoras do Paraná, tiveram os maiores índices. (O Estado de S. Paulo, 31/10/2001).

6.1.3. Efeitos da poluição por chumbo nos organismos aquáticos

Eysink (1991) e Eysink *et al.* (1988, 1990) descrevem estudos realizados nos organismos aquáticos sobre a dispersão de metais pesados no rio Ribeira e no Complexo Estuarino-Lagunar Iguape-Cananéia-Paranaguá. Os resultados desses estudos mostram que os teores de metais pesados atingem limites superiores aos teores máximos estabelecidos pelas normas brasileiras e internacionais.

Os teores encontrados nos peixes capturados no rio Ribeira e no Complexo Estuarino-Lagunar Iguape-Cananéia-Paranaguá foram os seguintes: mercúrio (com teores até 1,5 vezes maiores que o limite, no complexo); cobre (até 81 vezes no complexo e até 84 vezes no alto Ribeira); zinco (até 27 vezes no complexo e 28 vezes no Ribeira); chumbo (não ultrapassado no complexo, mas até 800 vezes no rio Ribeira, onde todas as amostras de cascudos e bagres apresentavam teores maiores que o limite máximo).

A bióloga Rosana Moraes, da Universidade de Tecnologia Chalmers, em Gotemburgo, Suécia, no período de 1998 e 2000, realizou uma pesquisa com peixes coletados dentro do Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira (PETAR), a cerca de dois quilômetros a jusante de uma mineradora de chumbo que está fechada desde 1986, mas que ainda mantém rejeitos nas margens do riacho (O Estado de S. Paulo, 06/11/2001).

Em seu trabalho a pesquisadora brasileira mostra que os peixes sofreram alterações bioquímicas, além de redução no número de espécies e abundância de peixes. Constatou-se também que o fator de condição de bagres do Ribeirão Furnas – em relação entre o comprimento e o peso – era em média 60% menor do que os peixes em rios não contaminados.

Segundo Rosana as concentrações de chumbo, zinco e cádmio nesses peixes foram muito maiores do que em peixes de outros rios e acima dos limites normalmente associados à redução de crescimento e reprodução em peixes. E avalia que essa baixa diversidade pode até ser uma variação natural, mas os resultados indicam que os efeitos observados nos peixes são provavelmente devido à exposição crônica a altos teores de metais pesados originados nos rejeitos da antiga mineradora de chumbo.

6.1.4. Contaminação por chumbo pela mineração em outras localidades

Leadville, EUA

Estudos geoquímicos realizados pelo United States Geology Service – USGS (www.water.usgs.gov/osw/techniques/workshop/church), mostram claramente que a principal fonte de carga de metais pesados nos sedimentos na bacia superior do rio Arkansas é o distrito de mineração de Leadville, que está localizado a leste das montanhas rochosas centrais em Colorado.

De 1859 a 1985 produziu cerca de 71,750 t de ouro, 6,888 t de prata, 908 t de liga de cromo, arsênio e cádmio, assim como zinco e cobre – APS (www.aps.niehs.nih.gov/sbrp/rb/rbs)

A pilha de rejeito era disposta próximo às drenagens, em consequência alguns rios e lagos tiveram sua vida aquática comprometida e, conseqüentemente, os habitantes da região também foram atingidos.

A Agência para Substâncias Tóxicas e Registros de Doenças – ATSDR (www.atsdr.cdc.gov) realizou estudos que mostram que em alguns locais foram detectados um teor elevado de metais pesados e compostos orgânicos temporários contaminados pela ressurgência da água subterrânea. A exposição ao solo contaminado apresenta um risco para a população, principalmente as crianças que brincam sobre as pilhas de rejeitos. Exames realizados mostraram um alto teor de chumbo no sangue de crianças, acarretando sérios problemas gastrointestinais, neurotoxológicos. Em crianças que apresentam uma deficiência de ferro e cálcio, a absorção da liga composta por cromo, arsênio e cádmio é facilitada.

6.2. Legislação Ambiental

As normas envolvendo as questões ambientais começam a surgir no Código Civil Brasileiro em 1916. Com a Constituição de 1934, surgem os três primeiros códigos ecológicos: o Código das Águas, o Florestal e o de Mineração. Em 1940, o então novo Código Penal também incorpora a aplicação de penas a condutas lesivas ao meio ambiente, mas ainda sob a ótica da saúde pública (Rocco 2003).

Na segunda metade do século XX até os dias atuais, o surgimento das novas leis ambientais vem ocorrendo de forma crescente.

A matéria meio ambiente, na Emenda Constitucional de 7 de outubro de 1969, era tratada setorialmente, inserida nas normas de saúde pública e uso dos recursos naturais. Na realidade, a preocupação em dar enfoque aos assuntos relativos ao meio ambiente no Brasil só ganhou força a partir da Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972 (Braga *et. al.* 2002).

Com a aprovação da Lei nº 6.938 de 1981, inicia-se uma *fase holística* da legislação brasileira, quando o meio ambiente passa a ser considerado pelos legisladores como um sistema integrado, organizando sua defesa e proteção, definindo padrões e conceitos, entre outras previsões (Rocco 2003).

No advento da Constituição de 1988, a preocupação com a proteção do meio ambiente é dada como um marco histórico de inegável valor, pois, jamais tinha se feito uma referência tão específica e global ao meio ambiente, ganhando mais força e equiparando-se às normas mais antigas e tradicionais do direito nacional e estrangeiro. Assim, inovou-se completamente o regime jurídico constitucional sobre a matéria, considerando as constituições anteriores (1891, 1934, 1937, 1946 e 1967), inclusive a emenda constitucional de 1969, que nada trataram sobre a qualidade ambiental (Freire 1998).

Os constituintes, assimilando a evolução já presenciada em outros países, aprimoram o texto, podendo-se dizer que atualmente, a Constituição Brasileira contém uma das mais avançadas orientações sobre o meio ambiente (Freire 1998).

6.2.1 Legislação Federal

Constituição Federal

Na Constituição Federal do Brasil de 1988, o capítulo VI contempla ao longo de todo texto a preservação adequada dos recursos naturais, o artigo 225 transcrito a seguir apresenta os princípios básicos da política do meio ambiente.

“Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O parágrafo 2º estabelece a responsabilidade do minerador com relação à recuperação de áreas degradadas, enquanto que o parágrafo 3º estabelece os tipos de penas que pode ser aplicada aos infratores.

“§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”.

“§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão aos infratores, pessoas físicas ou jurídicas, sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar os danos causados”.

Lei nº 9.605/98 – sobre as sanções penais e administrativas derivadas de lei de crimes ambientais, condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Lei dos Crimes Ambientais).

Esta lei discorre sobre as sanções penais aplicáveis a toda atividade lesiva ao meio ambiente, sendo que, é o Capítulo V, Seção III, que trata especificamente ‘Da poluição e outros crimes ambientais’:

“Art. 54 – Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora. (...)

Pena – reclusão, de um a quatro anos e multa”.

Resolução CONAMA 20/86 – Estabelece a classificação das águas.

Os corpos de água que fazem parte da bacia Ribeira de Iguape podem ser classificados segundo esta resolução, no art. 1º, inciso III como:

“Classe 2 – águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à recreação de contato primário (esqui-aquático, natação e mergulho);*
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;*
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana”.*

O artigo 21 mencionado abaixo dispõe sobre as condições necessárias para o lançamento de efluentes em corpos da água.

“Art. 21 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam às seguintes condições:

- a) pH entre 5 a 9; (...)*
- d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor; (...)*
- f) ausência de materiais flutuantes;*
- g) valores máximos admissíveis das seguintes substâncias:*

Arsênio – 0,5 mg/l;

Cádmio – 0,2 mg/l;

Chumbo – 0,05 mg/l;

Cobre – 1,0 mg/l;

Manganês solúvel – 1,0 mg/l;

Níquel – 2,0 mg/l; (...)”

Para os casos que infringirem as normas estabelecidas pelo CONAMA serão aplicadas as penas previstas na lei nº 9.605/98.

6.2.2. Legislação Estadual

Lei nº 997/76 – sobre o controle da poluição.

A Lei Estadual nº 997/76 dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.

“Art. 2º – Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou liberação, nas águas ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo”:

I – impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;

II – inconvenientes ao bem-estar público;

III – danos aos materiais, à fauna e à flora;

IV – prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

“Art. 3º – Fica proibido o lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo”.

“Par. Único – Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, cause poluição do meio ambiente de que trata o artigo anterior.”

O Poder Executivo autorizado (Ibama, CETESB) tem o dever de aplicar medidas adequadas mediante a presença ou mesmo possíveis fontes de poluente permanente do solo, da água e do ar, como está prevista nesta lei.

“Art. 13 – Fica o Poder Público autorizado a determinar medidas de emergência a fim de evitar episódios críticos de poluição ambiental ou impedir sua continuidade, em casos de grave e iminente risco para vidas humanas ou recursos econômico”.

Decreto nº 8.468/76 – Aprova o regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

Este regulamento registra condutas para a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, dado pelo lançamento de poluentes nas águas, no ar e no solo.

“Art. 2º – Fica proibido o lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo”.

Os artigos mencionados a seguir dispõem sobre as competências atribuídas a CETESB e estabelece a base legal para o processo de avaliação e fiscalização das regiões de risco.

Art. 5º – Compete à Companhia estadual da Tecnologia de Saneamento o básico e de Defesa do Meio Ambiente – CETESB, na qualidade de órgão delegado do Governo do Estado de São Paulo, a aplicação da Lei nº 999, de 31 de maio de 1976, deste Regulamento e das normas decorrentes.

Art. 6º – No exercício da competência (...), incluem-se entre as atribuições da CETESB, para controle e preservação do meio ambiente:

I – estabelecer e executar planos e programa de atividade de prevenção e controle da poluição;

II – efetuar levantamentos, organizar e manter o cadastramento de fontes de poluição;

III – programar e realizar coletas de amostras, exames de laboratórios e análises de resultados, necessários à avaliação da qualidade do referido meio; (...)

VIII – fiscalizar as emissões de poluentes feitas por entidades públicas e particulares;

IX – efetuar inspeções em estabelecimentos, instalações e sistemas que causem ou possam causar a emissão de poluentes; (...)

XIII – exercer a fiscalização e aplicar as penalidades previstas neste Regulamento;

XIV – quantificar as cargas poluidoras e fixar os limites das cargas permissíveis por fontes, nos casos de vários e diferentes lançamentos e emissões em um mesmo corpo receptor ou em uma mesma região; (...)

A Seção II do Capítulo II, inseridos no Título II, determina padrões de emissão de efluentes nas águas.

Art. 18 – Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições:

I – pH entre 5,0 e 9,0; (...)

VI – concentrações máximas dos seguintes parâmetros: (...)

e.) Chumbo – 0,5 mg/l;

O Título IV é dedicado à preservação e poluição do solo.

Art. 51 – Não é permitido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos, em qualquer estado da matéria (...)

Art. 56 – O tratamento, quando for o caso, o transporte e a disposição de resíduos de qualquer natureza, de estabelecimentos indústrias, comerciais e de prestação de serviços, quando não forem de responsabilidade do Município deverão ser feitos pela própria fonte de poluição (...)

6.2.3. Outras normas

As normas citadas abaixo têm uma certa relevância indireta com o tema abordado neste trabalho:

Lei nº 6.567/78 – (modificada pela Lei nº 8.982, de 24 de janeiro de 1995) –

Art. 6º, Par. Único: Incumbe à autoridade municipal exercer vigilância para assegurar que o aproveitamento da substância mineral só se efetive depois de apresentado ao órgão local competente o título de licenciamento (...)

Lei nº 6.938/81 – dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente

Lei nº 9.985/00 – Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências.

Decreto nº 97.632/89 – Regulamenta o art. 2º, inciso VIII, da Lei Federal nº 6.938/81, obrigando o empreendedor minerário a apresentar, ao órgão ambiental competente, plano de recuperação da área degradada.

Decreto nº 3.179/99 – Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Resolução CONAMA 11/87 – Categorias das Unidades de Conservação.

Resolução CONAMA 10/88 – Dispõe sobre as Áreas de Proteção Ambiental.

Resolução CONAMA 11/88 – Proteção à Unidade de Conservação.

Resolução CONAMA 02/96 – Dispõe sobre a implantação de Unidades de Conservação como reparação dos danos ambientais.

Resolução CNRH 05/00 – Estabelece critérios para a instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica.

Resolução SMA 29/03 – Institui o Grupo Setorial de Coordenação do Vale do Ribeira.

Lei Estadual nº 10.019/98 – Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento costeiro e dá outras providências.

Decreto nº 47.397/02 – Dá nova redação ao Título V e ao Anexo 5 e acrescenta os Anexos 9 e 10, ao regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

6.3 Instituições públicas e Organizações Não Governamentais (ONGs)

Várias Instituições Públicas e Organizações Não Governamentais têm desenvolvido projetos ligados à conservação e preservação ambiental. O Vale do Ribeira, é uma região de grande interesse ambiental, devido ao ecossistema estuarino-lagunar e pelas grandes áreas de Mata Atlântica ainda preservadas, e por isso tem vários projetos sendo tocados por estas instituições. A seguir é apresentada uma relação das principais instituições e ONGs que atuam na região e um breve resumo dos projetos em andamento.

Cabe ressaltar que a maioria das informações foi obtida no site das próprias instituições, e a veracidade das informações é de responsabilidade das mesmas.

Nome da Instituição: Agência Nacional das Águas

Site: www.ana.gov.br

Projeto: Avança Brasil: Melhorar a Gestão Ambiental.

Objetivo: Promover a gestão integrada dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do Alto Rio Iguaçu e Alto do Rio Ribeira, independente do domínio de suas águas, como forma de equacionar os problemas de recursos hídricos que afetam a Região Metropolitana de Curitiba.

Observação: O projeto está atualmente na sua segunda fase de execução, denominada de Fase B, que tem como objetivo a conclusão do plano de despoluição e do plano de drenagem.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição: Secretária do Meio Ambiente - SMA

Site: www.ambiente.gov.br

Projeto: Projeto de Preservação da Mata Atlântica no Estado de São Paulo (PPMA).

Objetivo: Conservação e manejo sustentável da biodiversidade.

Observação: A área de abrangência do PPMA concentra os maiores remanescentes contínuos de Mata Atlântica não só no Estado de São Paulo como também no Brasil, compreendendo o litoral paulista, Vale do Ribeira e parte do Vale do Paraíba.

Parcerias: O PPMA está inserido no Convênio de Cooperação Financeira Brasil-Alemanha e vem sendo executado pela SMA.

Outros: O Plano de Gerenciamento Costeiro foi instituído pela Lei 10.019/98, está sendo implementado no Litoral Paulista. Este tem como objetivo promover a conservação dos ecossistemas costeiros e melhoria da qualidade ambiental no bioma Zona Costeira.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama
Site:	www.ibama.gov.br
Projeto:	Unidade: Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe/SP
Objetivo:	Conter a ocupação das encostas passíveis de erosão; proteger e preservar os ecossistemas e as espécies ameaçadas em extinção e a qualidade dos recursos hídricos.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB
Site:	www.cetesb.sp.gov.br
Projeto:	Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo
Objetivo:	Avaliar a evolução da qualidade das águas interiores dos rios e reservatórios de Estado; propiciar o levantamento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas; subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público, verificando se as características da água são compatíveis com o tratamento existente, bem como para outros usos; dar subsídios técnicos para elaboração dos Planos de Bacia e Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, realizados pelos Comitês Bacias Hidrográficas em nível Estadual e Federal na área compreendida pelo Estado de São Paulo; identificar trechos de rios onde a qualidade d'água possa estar mais degradada, possibilitando ações preventivas e corretivas da CETESB e de outros órgãos, como a construção das ETEs (Estações de Tratamento de Esgotos) pelos municípios ou a adequação de lançamentos industriais.
Observação:	A Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo foi criada em 1974, em atendimento à Lei Estadual nº 118/73.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	CPRM – Serviço Geológico do Brasil
Site:	www.cprm.gov.br
Projeto:	Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica - PGAGEM
Objetivo:	Subsidiar ações de planejamento da ANA, dos CBH e dos órgãos de meio ambiente no âmbito federal, estadual e municipal; identificar focos de poluição industrial, agrícola e doméstica; identificar e caracterizar plumas de contaminação em águas de superfície e de subsuperfície; detectar jazimentos minerais; detectar e caracterizar variação da composição litológica das áreas de estudo; e detectar e caracterizar variações naturais ou antropogênicas na composição da água, da vegetação e das coberturas de solo.
Parcerias:	Universidade de Campinas – UNICAMP, Universidade de São Paulo – USP, Universidade do Estado do Paraná – UFPA, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Minerais do Paraná – MINEROPAR, Instituto Evandro Chagas, Instituto Adolfo Lutz, Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP (FIOCRUZ) e Empresa Brasileira de Agropecuária – EMBRAPA (Solos).

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares (IPEN)
E-mail:	www.ipen.br/cqma
Projeto:	Automação, monitoramento ambiental e caracterização de sistemas produtores da Bacia Hidrográfica do Vale do Ribeira"
Objetivo:	Monitoramento da qualidade das águas superficiais
Parcerias:	Sabesp

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul
E-mail:	www.sigrh.sp.gov.br
Projeto:	Programa de Controle da Poluição por Mineração na Bacia do Ribeira
Objetivo:	Melhoria da qualidade das águas na bacia
Parcerias e fonte de financiamento:	Instituto de Geociências –USP, Instituto de Pesca e Fundação de Estudos e Pesquisa Aquáticas (FUNDESPA) e Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Associação dos Mineradores de Areia do Rio Ribeira de Iguape (AMAVRI)
E-mail:	amavri@terra.com.br
Projeto:	Projeto Viva Ribeira
Objetivo:	Desenvolver projetos educacionais, viveiros de mudas, repovoamento de peixes nos rios Ribeira e Juquiá, re-vegetação das matas ciliares e aquisição de áreas de matas naturais para a criação de Reservas Florestais.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Fundação SOS Mata Atlântica
Site:	www.sosmatatlantica.org.br www.rededasaguas.org.br
Projeto:	"Observando o Ribeira"
Objetivo:	Levar a sociedade civil organizada de cada município ribeirinho, a compreender a importância da recuperação e preservação do Rio Ribeira de Iguape, como também estimular a implantação de uma forma de gestão ambiental participativa, que propicie a descentralização das decisões e ações na conservação do Meio Ambiente.
Parcerias e fontes de financiamento:	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape (CBH-RB) e Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).
Observação:	O projeto "Observando o Ribeira II" pretende dar continuidade ao projeto "Observando o Ribeira", através de um processo de educação ambiental, levando a sociedade compreender a importância da recuperação e conservação do meio ambiente, e a conhecer e refletir sobre a problemática sócio-ambiental da região.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

Nome da Instituição:	Instituto Socioambiental
Site:	www.socioambiental.org
Projeto:	Diagnóstico Socioambiental da Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape.
Objetivo:	Auxiliar na construção de política pública com interfaces em recursos hídricos, naturais e comunidades tradicionais, através das atividades de monitoramento socioambiental participativo e interativo, da atualização e disponibilização das informações produzidas por este trabalho.
Parcerias e fontes de financiamento:	Rede de ONGs da Mata Atlântica, Conselho Nacional de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Associação Quilombo de Ivaporunduva (SP), Zoom Avaliação Ambiental, Master Comunicação, Organização Intereclesiástica para a Cooperação ao Desenvolvimento (Holanda): apoio institucional – ICCO, Ajuda da Igreja da Noruega: apoio institucional – NCA, Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, Financiadora de estudos e projetos – FINEP, Fundação Ford, Instituto internacional de Educação para Brasil – IIEB.

* As informações registradas neste cadastro foram retiradas do site.

7. Discussão dos Resultados

O solo nas áreas das minas foi contaminado pela disposição inadequada das pilhas de rejeito. As águas das chuvas lixiviaram essas pilhas e carregaram grandes quantidades de metais dissolvidos para as planícies de inundação que foram contaminadas devido à precipitação dos metais. As condições físico-químicas do meio favorecem a retenção dos metais no solo, principalmente nas camadas superiores, de forma que as concentrações encontradas são bastante elevadas.

Mudanças nas condições físico-químicas podem ocorrer devido à solubilização de carbonatos, o que provocaria a liberação de boa parte dos metais adsorvidos nos sedimentos e no solo, lançando nas águas uma grande carga de poluentes, em concentrações potencialmente perigosas à saúde pública e vida aquática, ultrapassando os limites estipulados em legislação federal e estadual.

Com a paralisação das atividades na maioria das minas, as pilhas de rejeito foram simplesmente abandonadas e continuam funcionando como fontes ativas de contaminação de solos, águas e sedimentos. Qualquer que seja a medida de remediação adotada, a primeira atitude deveria ser a retirada dessas pilhas e sua disposição adequada. Cabe às autoridades competentes definir os responsáveis por essas áreas e exigir a remoção dos rejeitos, ou pelo menos, aplicar sanções financeiras que possibilitem ao estado providenciar a remoção dos resíduos.

Com relação à qualidade das águas, a maioria dos estudos realizados apresenta valores de concentração abaixo do preconizado pela legislação ambiental brasileira. Vários trabalhos como os realizados por Ferreira (1994), JICA/MMAJ (1992 e 1993 *apud* Macedo 2000), Corsi (1999), Cunha (2001), Cotrin (2003) e CETESB (1978 a 1996 e 2003), apresentam resultados de águas coletadas em vários pontos, ao longo de vários anos, tanto em regiões próximas às áreas de influência das minerações como em regiões mais distantes. Na época da mineração ativa alguns valores mostravam-se elevados, reduzindo-se agora a teores inferiores aos limites estabelecidos para os padrões de qualidade.

Os trabalhos de Eysink (1991) e Eysink *et al.* (1988, 1990) *apud* Macedo (2000) apresentam resultados em que as concentrações de metais pesados estavam acima dos limites estabelecidos. Esse trabalho foi realizado no final da década de 80 e início da década de noventa, portanto ainda algumas minerações em atividade. Na ocasião foram estudadas águas coletadas no rio Ribeira e no Complexo Estuarino-Lagunar, com amostras coletadas dentro da área de influência de algumas mineradoras. Todas as amostras apresentaram teores anômalos de metais, com destaque para o chumbo, que apresentou concentrações até 57,5 vezes acima do permitido.

As análises realizadas após o encerramento das atividades apresentam resultados consideravelmente melhores, com teores muito baixos de metais pesados, apesar das pilhas de rejeito abandonadas, que funcionam como fontes ativas de contaminação. Esse fato pode indicar que a contaminação era muito influenciada pela atividade de mineração, cujos procedimentos operacionais, tanto na lavra quanto no beneficiamento, também eram responsáveis pela liberação de metais pesados para o meio.

O trabalho realizado por Corsi (1999) considerou o efeito da sazonalidade sobre a dispersão dos metais e constatou que havia diferenças consideráveis entre as concentrações medidas no período de chuvas (maio) e no período de estiagem (outubro). Na média, metais como Zn, Fe e Mn apresentaram concentrações muito maiores durante o período de chuvas, provavelmente devido ao volume maior de extrato lixiviado gerado nessa época do ano.

Com os sedimentos de corrente ocorre exatamente o contrário, como era de se esperar. A maioria dos estudos realizados indicam a ocorrência de altos níveis de contaminação. Trabalhos como os de Lopes (1987), Eysink (1988 e 1990), Ferreira (1994), Corsi (1999) e Lopes (2003) apresentam concentrações elevadas de vários metais, com destaque para o Pb, que chega a alcançar teores até 100 vezes acima do esperado (Eysink 1988 e 1990).

Os teores mais elevados foram encontrados em sedimentos localizados próximo às pilhas de rejeito, o que indica que essas pilhas têm uma participação expressiva no fornecimento de partículas em suspensão e materiais dissolvidos para o leito do rio.

As rochas carbonáticas, presentes em grande quantidade na região, são um dos fatores determinantes das características físico-químicas da área, principalmente do pH que apresenta valores relativamente altos, em torno de 7 a 8. Essa característica contribui para diminuir a solubilidade dos metais, o que pode explicar as baixas concentrações em água e os altos valores em solos e sedimentos.

Alguns pesquisadores temem que essas condições possam ser alteradas pela construção de grandes reservatórios de água na região, uma vez que o acúmulo de água poderia levar a uma acidificação do meio, aumentando a solubilidade dos metais e liberando-os para a água.

Lopes (2003), em informações verbais, apresenta resultados obtidos em amostras coletadas ao longo do rio Betari, constatando que o rio sofre um grande impacto ao receber as águas do rio Furnas, uma vez que as concentrações chegam a aumentar até 20 vezes após o encontro dos dois rios. Outra constatação do mesmo trabalho foi o fato das concentrações diminuírem ao longo do trajeto do rio, o que pode ser apenas reflexo da seleção feita pelo rio durante o transporte dos sedimentos.

Como os metais tendem a ser adsorvidos por argilas e carbonatos, que são minerais de granulação muito fina, estes podem sofrer uma certa segregação, sendo separados dos sedimentos mais grossos como areia. Esse fato pode ser observado no relatório (RIBE09900) apresentado em CETESB (2003) onde a análise da qualidade de sedimentos foi elaborada com base em apenas uma amostra coletada no rio Ribeira de Iguape, a montante do Valo Grande, já próximo à sua foz. Esses sedimentos apresentaram baixo teor de finos, com predominância da fração areia (64,9%) frente às frações silte (23,2%) e argila (11,9%), o teor de umidade (36,9%) e resíduos voláteis (3,4%).

A amostra analisada é composta basicamente por sedimentos arenosos, que dificilmente teriam alguma capacidade de adsorver metais pesados. Como era de se esperar, o resultado das análises apresentou valores muito baixos (Pb 25 µg/g). O Pb adsorvido provavelmente foi carregado junto com os sedimentos mais finos, sofrendo uma diluição devido ao aporte de água dos rios que deságuam no Ribeira, de forma que as concentrações obtidas vão diminuindo conforme nos aproximamos da foz do rio.

Com relação ao quadro legal, pode-se dizer que a legislação ambiental brasileira tem evoluído muito nas últimas duas décadas, a tal ponto que, atualmente, é considerada uma das legislações mais completas do mundo. A partir do art. 225 da Constituição de 1988, o meio ambiente foi elevado à condição de bem público.

Anteriormente, a questão ambiental era tratada de forma fragmentada em várias Leis, Decretos e Resoluções isoladas, que muitas vezes versavam sobre o mesmo assunto, dificultando o entendimento por parte das empresas e até dos órgãos de controle, o que tornava muito difícil o seu cumprimento.

Normas que versavam sobre o controle da poluição e a emissão de efluentes surgiram somente a partir de 1976, como por exemplo a Lei Estadual nº 997/76 e o Decreto Estadual nº 8468/76.

Com o advento da Lei de Crimes Ambientais que passou a prever penas mais severas, como penas de detenção a pessoas físicas, que até então não era prevista na legislação brasileira, e penas administrativas pesadas para pessoas jurídicas, a questão ambiental passou a ser encarada de uma outra maneira, merecendo uma atenção especial dos órgãos competentes, empresas, imprensa e até mesmo da opinião pública.

A partir do estabelecimento de que o meio ambiente é um bem comum a todos, o poder público passa a ter a responsabilidade de garantir esse direito, tarefa que foi atribuída aos órgãos de controle ambiental federal (IBAMA) e estadual (CETESB), valendo-se para isso da aplicação de penalidades administrativas (multas), estabelecimento de prazos para correção de condutas prejudiciais ao meio ambiente e estabelecimento de padrões a serem seguidos pelas empresas.

No caso específico do Vale do Ribeira, a exploração mineral remonta ao começo do século 20, enquanto que as primeiras leis ambientais começaram a surgir apenas na década de 40, ou seja, quase meio século depois do início das atividades. Assim sendo, os primeiros empreendimentos minerários funcionaram por algumas décadas sem que houvesse qualquer regulamentação no setor.

Quando as normas mais rígidas e o sistema de controle por parte dos órgãos ambientais foram estabelecidos, a atividade mineraria no Vale do Ribeira já estava em processo de desativação, com o fechamento de várias empresas. Após a paralisação completa das atividades, surgiu um novo problema que era a dificuldade de se estabelecer a responsabilidade pelos danos causados ao meio ambiente, uma vez que a maioria das empresas haviam sido fechadas.

No caso da mina de Furnas, as atividades foram paralisadas em 1996, quando a responsável pela área era a empresa Plumbum. Posteriormente, a área foi adquirida pela empresa Adubos Trevo S.A. que herdou o passivo ambiental, tornando-se responsável pela recuperação da área degradada. Segundo Lopes (2003, comunicação verbal), há um plano de recuperação ambiental para a área, que está em fase de implantação, que foi elaborado com o auxílio da CETESB.

O plano de remediação consiste na escavação e remoção das pilhas de rejeito que serão dispostas em uma caixa de concreto a ser construída no pátio da empresa, servindo também como contenção para o talude do morro que escorregou há algum tempo. A base dessa caixa será formada por um “colchão” de calcário que tem a finalidade de conter a drenagem ácida formada pela percolação de água por dentro da caixa.

Outros casos em que não foi possível ainda estabelecer a responsabilidade sobre o passivo continuam parados, com as pilhas de rejeito expostas de forma irregular e sem nenhuma previsão de projetos de remediação.

Uma solução para esse tipo de caso seria a criação de um fundo estadual, formado a partir de uma taxa cobrada de todos os empreendimentos com potencial de causar danos ao meio ambiente, permitindo ao poder público remediar estas áreas sem que o ônus seja pago pelo contribuinte.

8. Considerações finais

Com base nos dados e nas discussões apresentadas acima, podemos considerar o seguinte:

- A região estudada foi afetada durante muitos anos pela exploração inadequada de várias minas de chumbo e metais associados, o que provocou a contaminação do solo, da água e do ambiente aquático, com sérias conseqüências para a saúde da população local;
- Atualmente, a contaminação está concentrada nos solos próximos as pilhas de rejeito que foram dispostas sem nenhum cuidado e hoje estão abandonadas e nos sedimentos de corrente. Devido às condições físico-químicas da região, notadamente o pH, a água apresenta baixos teores de metais pesados dissolvidos;
- Apesar dos danos ambientais causados, a indústria da mineração teve um papel importante no desenvolvimento sócio-econômico da região, gerando muitos empregos e tributos para os municípios envolvidos;
- Várias organizações (governamentais e não governamentais) desenvolvem trabalhos de conservação e preservação ambiental na região, abordando temas muito variados;
- A legislação ambiental brasileira apresentou grandes avanços nas duas últimas décadas, incorporando conceitos atuais, criando um sistema de gerenciamento ambiental composto órgãos formuladores da política ambiental, órgãos executores e órgãos fiscalizadores, nas esferas federal, estadual e municipal;
- Com o sistema ambiental existente hoje, através das exigências para a instalação, operação e fechamento de empreendimentos com potencial poluidor, e com a fiscalização mais eficiente, é pouco provável que possam ocorrer casos de contaminação como o encontrado no Vale do Ribeira;
- A paralisação das atividades minerárias na região gerou uma grande dificuldade para a implantação de sistemas de recuperação ambiental, pois na maioria dos casos não foi possível estabelecer a responsabilidade pelo passivo ambiental. Como o poder público não conta com recursos para desenvolver os projetos, a maioria deles nem saiu do papel;
- O único caso de recuperação ambiental em andamento é o da mina de Furnas, adquirida pela empresa Adubos Trevo S.A., que, com o auxílio da CETESB, está implantando um sistema de remediação na área.

9. Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, C.C. 1999. Aplicação de geoprocessamento na análise de favorabilidade para mineralizações de chumbo, zinco e cobre nas Folhas Cerro Azul e Apiaí, Vale do Ribeira – SP E PR. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências – USP. São Paulo.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; VERAS Jr., M. S.; PORTO, M. F. A.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S.. 2002. Aspectos Legais e Institucionais. *In: Introdução à Engenharia Ambiental*. Prentice Hall. São Paulo, 305 p.
- BRAGA, P.S.; FIGUEIREDO, B.R. 2002. Comportamento de metais pesados em solos na região do vale do Ribeira (SP). *In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*. João Pessoa - PB. p. 231.
- CAMPANHA G.A.C.; GINEZES FILHO, A.; BISTRICH, C.A. 1996. Geologia da Folha Itararé. São Paulo, IPT. 31p.
- CAPITANI, E. & FIGUEIREDO, B. 2001. Resultados parciais da avaliação de contaminação ambiental por chumbo e efeitos na saúde humana na região do Alto Vale do Ribeira (PR, SP). Campinas, UNICAMP, p 5.
- CETESB 1991. Avaliação da qualidade ambiental do Rio Ribeira de Iguape – Considerações preliminares. São Paulo, CETESB, 54 p.
- CETESB 1996. Avaliação da qualidade ambiental do Rio Ribeira de Iguape – Relatório complementar (minuta). São Paulo, CETESB.
- CETESB 2000. Qualidade ambiental do Rio Ribeira de Iguape com relação à presença de arsênio e metais pesados. São Paulo, CETESB, 33 p.
- CETESB 2002. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. Capturado na internet através do site www.cetesb.sp.gov.br
- CORDANI, U.G. 1974. Comentários sobre as determinações geocronológicas disponíveis nas Folhas Assunción e Curitiba. *In: Carta geológica do Brasil do Milionésimo*. Folha Assunción – SG. 21 e Folha Curitiba – SG. 22. DNPM, Brasília, cap. 6, p58-67.
- CORSI, A.C. 1999. Estudo da dispersão de metais pesados em água e sedimentos de corrente a partir de mineralizações de chumbo-zinco-prata: o exemplo das jazidas Canoas, Perau e Barrinha (Vale do Ribeira, PR). Dissertação de Mestrado. Rio Claro, IGCE, 139 p.
- COTRIM, M. 2003. Monitoramento ambiental caracterização dos mananciais e dos sistemas produtores da Bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape. *In: 1º Seminário da Qualidade das águas do rio Ribeira de Iguape*. IPEN, São Paulo.
- CUNHA, F.G.; FIGUEIREDO, B.R.; PAOLIELLO, M.M.B.; CAPITANI, E.M. 2001. Contaminação humana por chumbo no alto Vale do Ribeira, nos estados de São Paulo e Paraná, Brasil. Rio de Janeiro. (em fase de publicação)
- DAITX, E.C. 1996. Origem e evolução dos depósitos sulfetados tipo Perau (Pb-Zn-Ag), com base nas jazidas Canoas e Perau (Vale do Ribeira, PR). Tese de Doutorado. Rio Claro. São Paulo.

- EYSINK, G.J.G.; PÁDUA, H.B.; BERTOLETTI, S.A.E.P.; MARTINS, M.C.; PEREIRA, D.N. e ROBERTO, S. 1988. Metais pesados no vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia. *Ambiente*, S. Paulo, CETESB, 2(1): 6-13.
- EYSINK, G.G.J.; MARTINS, M.C.; BOLDRINI, M.V.; PEREIRA, D.N. 1990 - Metais pesados em organismos aquáticos do rio Ribeira de Iguape e do complexo estuarino-lagunar Iguape-Cananéia: Avaliação Preliminar. In: II SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: Estrutura, Função e Manejo. Águas de Lindóia, 1990. Anais do..., São Paulo, Publ. ACIESP n. 72, 2:417-433.
- EYSINK, G. J.G. 1991. Avaliação da qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape: considerações preliminares. São Paulo, CETESB, 54p.
- FERREIRA, N.L.S. 1994. Aspectos da geoquímica ambiental da mina do Rocha - PR. Tese de Doutorado. IGc-USP, São Paulo. 94 p.
- FREIRE, W. 1998. Legislação ambiental básica atualizada. In: AIDE EDITORA. Direito Ambiental Brasileiro – Lei nº 6.905/98. Rio de Janeiro - RJ. P. 228-250.
- HASUI, Y.; OLIVEIRA, M.A.F. 1984. Província Mantiqueira, setor central. In: Almeida, F.F.M. de; Hasui, Y. (eds.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgar Blücher, p. 308-344.
- JICA/DNPM, 1992. "Case study" alto curso do rio Ribeira, São Paulo e Paraná. São Paulo, JICA/DNPM, 11 p.
- JICA/DNPM, 1993. Relatório de viagem "Case study" alto curso do rio Ribeira, São Paulo e Paraná. São Paulo, JICA/DNPM, 7 p.
- LOPES, A.G., 1987. Análise de solos e sedimentos na região da mina de Furnas, Iporanga, SP. São Paulo, 15 p. (rel. de pesquisa de Iniciação Científica - CNPq, inédito).
- MACEDO, A.B.; BATOLLA, F. 1981. Metodologia de geoquímica. In: Projeto de Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira. DNPM/CPRM. São Paulo. v. XIII, 90 p.
- MACEDO, A.B. 1991. Geoquímica Ambiental no Vale do Ribeira. São Paulo, IG-USP, 70 p. (relatório de pesquisa, processo CNPq 306498/88, inédito)
- MACEDO, A.B. 1993. Poluição por mineração na bacia do Ribeirão Grande, vale do Ribeira, Paraná. In: V Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia - Boletim de Resumos e Programa. Curitiba, SBG, p. 70-71.
- MACEDO, A.B. 2000. Dispersion halos associated with mineralization and mining pollution in the Ribeira river valley, Paraná and São Paulo, Brazil. *Geosciences & Development*, Exeter, UK, 6:25-28.
- MACEDO, A.B. 2001. Termo de Referência – Programa de Controle da Poluição causada por Mineração de chumbo na Bacia do Ribeira. São Paulo, FUNDESPA/IGC-USP/IP-SAA. (Documento submetido ao CBH-RB).
- O ESTADO DE SÃO PAULO 2001. Assembléia discute contaminação por chumbo no Vale do Ribeira. São Paulo. Data de publicação: 31/ 10.
- O ESTADO DE SÃO PAULO 2001. Pesquisa mostra contaminação de peixes no Vale do Ribeira. São Paulo. Data de publicação: 6/11.

- PAOLIELLO, M.B.; CHASIN, A.M. 2001. Ecotoxilogia do chumbo e seus compostos. Série Cadernos de Referência Ambiental. Centro de Recursos Ambientais (CRA). Salvador – BA. v. 3, 144p.
- PETRI, S.; SUGUIO, K. 1969. Sobre os metassedimentos do Grupo açungui do extremo sul do estado de São Paulo. Secretaria de serviço e Obra. Publicado FFLCH – USP. São Paulo. 98 p.
- ROCCO, R. 2003. Direito e legislação ambiental. Curso de Capacitação em Auditoria Ambiental. Instituto Ecológico AQUALUNG. 23 p.
- SIGA Jr., O. 1995. Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal. Tese de Doutorado. IGc – USP. São Paulo. 212p.
- SÍGOLO, J.B.; FRANCHI, J.B. 2003. Casos de mobilização e fixação de chumbo, cádmio e arsênio em solos e sedimentos: propostas de remediação em meios tropicais. Paine!19. In: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE REMEDIAÇÃO IN-SITU DE SITES CONTAMINADOS – Técnica avançadas de remediação de solos e águas contaminadas e aplicabilidade no Brasil. São Paulo – SP.

Sites:

- www.atsdr.cdc.gov
- www.water.usgs.gov/osw/techniques/workshop/church
- www.aps.niehs.gov/sbrp/rb/rbs
- www.ibps.com.br
- www.mma.gov.br
- www.cetesb.sp.gov.br
- www.ibama.gov.br
- www.sma.gov.br
- www.saopaulo.gov.br

MSkolar

Marcia Silva Kolar

Arlei

Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo

