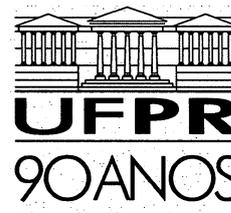


**Universidade Federal do Paraná
Laboratório de Toxicologia Celular**

Setor de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Celular



**“Adequação Jurídica de Resultados e Termos Científicos Provenientes
de Estudos na Área de Toxicologia Ambiental:
Estudo de Caso da Contaminação por Chumbo
no Vale do Ribeira SP/PR”**

Monografia desenvolvida sob
orientação do Prof. Dr. Ciro Alberto Ribeiro
e apresentada ao Departamento de
Biologia Celular da UFPR, para obtenção
do título de bacharel em Ciências
Biológicas.

CURITIBA
2002

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
1.1. CARACTERÍSTICAS E EFEITOS TÓXICOS DO CHUMBO.....	4
1.1.1. Metais Essenciais e Não Essenciais.....	4
1.1.2. Chumbo.....	4
1.1.3. Efeitos Tóxicos da Presença de Chumbo no Solo e Sedimentos.....	5
1.1.4. Efeitos Tóxicos da Presença de Chumbo na Água.....	9
1.1.5. Efeitos Tóxicos da Presença de Chumbo na Poeira.....	12
1.1.6. Efeitos Tóxicos do Chumbo em Peixes.....	13
1.1.7. Efeitos Tóxicos do Chumbo em Humanos.....	14
1.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.2.1. Aspectos Gerais do Vale do Rio Ribeira.....	16
1.2.2. Histórico e Aspectos da Mineração de Chumbo no Vale do Rio Ribeira.....	17
1.3. ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA.....	19
1.3.1. Considerações Jurídicas sobre Meio Ambiente.....	19
1.3.2. Normas Contidas na Constituição Federal.....	19
1.3.3. Legislação Infraconstitucional.....	20
2. OBJETIVOS.....	24
2.1. OBJETIVO GERAL.....	24
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. QUESTÕES ADMINISTRATIVAS E COMPETÊNCIAS.....	26
4.2. ANÁLISE JURÍDICA DAS CONTAMINAÇÕES EXISTENTES NA REGIÃO DO VALE DO RIO RIBEIRA.....	27
4.2.1. Solo e Sedimentos.....	27
4.2.2. Água.....	28
4.2.3. Poeira.....	30
4.2.4. Peixes.....	31
4.2.5. Crianças.....	33
5. CONCLUSÕES.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

RESUMO

Sabe-se hoje que alguns metais são essenciais ao funcionamento dos sistemas biológicos enquanto outros são extremamente tóxicos. Um exemplo deste tipo de metal é o chumbo (Pb). O chumbo e outros metais pesados podem apresentar efeitos tóxicos em diversos organismos de diferentes ambientes. No solo, sua acumulação excessiva pode ter efeitos deletérios sobre a fertilidade, afetando mecanismos biológicos, constituindo um risco para a saúde dos organismos vivos. Em humanos, o chumbo é um contaminante não específico que atua a nível molecular inibindo a atividade de várias enzimas necessárias ao funcionamento normal da célula. Os principais efeitos desse metal se manifestam nos sistemas hematopoiético e nervoso, sendo que neste afeta o aprendizado, o comportamento, a reprodução e a sobrevivência. A bacia do rio Ribeira apresenta diferentes tipos de impactos ambientais, como os elevados níveis de metais atribuídos às atividades de beneficiamento de minério de chumbo. No vale do rio Ribeira foram determinados elevados índices de chumbo na água e, estudos mais recentes mostraram que crianças em idade escolar, que moram na região, também possuem níveis elevados deste metal no sangue. Para solucionar alguns problemas de contaminação ambiental, o Direito Ambiental tem sido peça fundamental no processo, baseando-se em alguns artigos da Constituição Federal Brasileira. No entanto, foram criadas legislações específicas para cada caso, como a lei nº 6,567/78, que dispõe sobre a exploração e o aproveitamento de substâncias minerais. Além das leis específicas, existem órgãos responsáveis pela fiscalização, manutenção e uso dos recursos naturais, como é o caso do Conama. Este órgão, em uma de suas resoluções, estabelece os níveis permissíveis de metais na água, como o chumbo. Diante de todos os efeitos tóxicos do chumbo nos diferentes ambientes e tendo a legislação ambiental brasileira como base, o objetivo do presente trabalho é desenvolver uma linguagem jurídica a partir de dados biológicos de toxicidade do chumbo na região do vale do rio Ribeira.

1. INTRODUÇÃO

1.1. CARACTERÍSTICAS E EFEITOS TÓXICOS DO CHUMBO

1.1.1. Metais Essenciais e Não Essenciais

Atualmente, tem-se conhecimento de que um número muito grande de metais são prejudiciais ao funcionamento das células. Outros, no entanto, são considerados elementos essenciais aos processos biológicos e não apresentam propriedades tóxicas quando ocorrem em quantidades biologicamente aceitáveis. Porém, mesmo estes metais podem se tornar tóxicos quando em concentrações superiores à capacidade de imobilização ou eliminação destes pela célula.

Estudos mostram que os metais essenciais, como cobre e zinco, apresentam certo grau de regulação iônica em muitos organismos. Já nos metais não essenciais, como chumbo, mercúrio e cádmio, provavelmente, essa regulação é menor ou inexistente (HEIKENS *et al*, 2001).

1.1.2. Chumbo

O chumbo (Pb) é um metal pesado, tóxico, elemento da família 4A da tabela periódica, tem massa atômica equivalente a 207,19 e seu ponto de fusão é relativamente baixo (327°C), o que facilita sua extração do minério através da utilização de calor. É um importante constituinte de mais de 200 minerais. Pode existir no meio ambiente na forma inorgânica, ou seja, como íons Pb^{2+} e Pb^{4+} , sendo este menos freqüente, ou na forma orgânica, complexado a compostos de carbono (PAIN, 1995).

O chumbo não é um elemento essencial aos organismos e é considerado altamente tóxico, pois todos seus efeitos conhecidos em sistemas biológicos são deletérios. Além disso, um dos problemas ainda não solucionados com relação à toxicidade do chumbo é a definição do limite em que as alterações sutis, inclusive aquelas a nível molecular, ocorrem individual ou coletivamente. O que se observa é que os efeitos se tornam mais pronunciados, provocando alterações mais severas nas funções dos órgãos, à medida que os níveis de chumbo em um organismo se

elevam. Portanto, é difícil estabelecer em que nível os riscos de ocorrência de efeitos adversos não são significativos (OGA, 1996).

Segundo PAIN (1995), a forma inorgânica do chumbo é menos tóxica que a forma orgânica, sendo que nesta, a toxicidade aumenta com o acréscimo do número de carbonos na molécula. No entanto, fatores bióticos e abióticos podem influenciar na absorção, distribuição e efeito tóxico do chumbo em condições naturais. De acordo com o mesmo autor, entre esses fatores estão o tipo de alimentação, a idade, o sexo e as condições fisiológicas dos organismos, assim como as características ambientais.

No setor industrial, além do chumbo metálico, são comuns os seguintes compostos de chumbo: acetato, cloreto, cromato, nitrato, óxido, fosfato e sulfato (OGA, 1996). Sendo assim, o chumbo, assim como outros metais pesados, pode apresentar um grande potencial tóxico que varia dependendo das condições do ambiente e dos organismos expostos.

1.1.3. Efeitos Tóxicos da Presença de Chumbo no Solo e Sedimentos

O solo pode ser contaminado por metais pesados, como chumbo, mercúrio, zinco, cádmio, cobre e outros, devido à presença desses metais em adubos, pesticidas, fertilizantes e em emissões de incineradores, exaustores de carros, resíduos de mineração e de indústria de metais. Esses metais são altamente persistentes no solo, permanecendo por milhares de anos no mesmo e sua acumulação excessiva pode ter efeitos deletérios sobre a fertilidade do solo, afetando funções do ecossistema e constituindo um risco para a saúde de plantas e animais (SUN *et al*, 2001).

Dados sobre acumulação de Zn, Cd, Pb e Cu foram estudados em Arthropoda e Lumbricidae. Esses grupos representam uma grande parte dos invertebrados terrestres e, além disso, para a maioria dos grupos taxonômicos, as concentrações corporais de Pb, Cd e Cu crescem com o aumento das concentrações desses metais no solo (HEIKENS *et al*, 2001). Outros estudos com invertebrados terrestres mostraram que caracóis do gênero *Helix aspersa* assimilam altos níveis de chumbo em seus tecidos moles, principalmente no hepatopâncreas (BEEBY e RICHMOND, 2001).

A partir dos estudos apresentados, verifica-se que o solo contaminado pode servir como uma via para contaminação de organismos que nele vivam ou que dele retirem seu sustento. Assim, invertebrados terrestres são os primeiros organismos mais suscetíveis à contaminação proveniente do solo, dado sua estreita relação com este ambiente. Além dos invertebrados terrestres, as plantas também podem sofrer com a contaminação, pois, conforme foi apresentado, este metal prejudica a fertilidade do solo. Pode-se perceber que a contaminação do solo traz diversos prejuízos ao ambiente, colocando em risco a vida e de uma maneira indireta podendo potencialmente tornar-se um caso de saúde pública.

De acordo com Salomons & Forstner (1984) *apud* Moraes (1997), é necessário determinar os níveis basais das substâncias para que possa ser analisada a influência do homem no ambiente em questão. Assim, determinou-se que os níveis basais de chumbo, cobre e zinco em sedimentos na região do vale do Ribeira são, respectivamente, 16, 18 e 47 $\mu\text{g/g}$. Essas concentrações serviram de base para o estudo apresentado abaixo.

Conforme Costa (2001), em 1998 foram coletadas amostras de sedimentos da antiga área de mineração do Rocha, onde se encontram os rejeitos dessa mina. Este depósito acompanha a margem esquerda do ribeirão do Rocha e está sujeito à lixiviação. As amostras coletadas e analisadas foram:

- 1) dos montes de rejeitos, em vários pontos;
- 2) de rochas, junto à entrada de uma das galerias;
- 3) do sedimento, em vários pontos nos corpos de água locais (dois desses na foz do Rocha, margem direita do Ribeira);
- 4) do sedimento do Ribeira, a jusante da foz do Rocha (uma amostra junto ao porto da balsa, frente à cidade de Ribeira e outra pouco mais a montante).

As amostras foram analisadas na Universidade do Quebec – Canadá e como resultados das análises obteve-se a indicação da presença de metais pesados em rochas, resíduos e sedimentos coletados. Em alguns casos, as concentrações foram tão elevadas que puderam ser expressas em grandeza percentual (COSTA, 2001).

A existência de metais em altas concentrações no sedimento é atribuída às atividades de mineração que se desenvolveram na região. Isso porque não havia outra fonte dispersora de metais entre os locais de coleta e a mina do Rocha.

As concentrações de metais encontradas são apresentadas na tabela abaixo:

LOCAL DE OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS (ORDEM CRESCENTE AO CURSO DAS ÁGUAS)	CONCENTRAÇÕES EM ppm (1% = 10000 ppm)		
	Cu	Pb	Zn
Concentração natural para o sedimento do Ribeira	18	16	47
Rejeito estocado às margens do ribeirão do Rocha:			
<i>Areia do alagado próximo às máquinas</i>	240	0,97%	440
<i>Monte próximo às máquinas</i>	210	0,63%	460
<i>Monte próximo às máquinas</i>	570	2,34%	450
<i>Monte na porção intermediária do depósito</i>	350	1,11%	420
<i>Monte na porção intermediária do depósito</i>	520	3,12%	600
<i>Do chão, próximo ao final do depósito</i>	490	1,37%	340
Rochas junto à mina:			
<i>Ponto 1</i>	9,93%	4,47%	0,37%
<i>Ponto 2</i>	3,18%	10,5%	49
Sedimento dos corpos de água:			
<i>Ribeirão do Rocha</i>	290	0,2%	670
<i>Ribeirão do Rocha</i>	160	860	470
<i>Foz do ribeirão do Rocha, margem direita do rio Ribeira</i>	79	570	140
<i>Foz do ribeirão do Rocha, margem direita do rio Ribeira</i>	89	430	160
<i>Rio Ribeira, próximo à Ilha acima do Estolete</i>	8	13	45
Rio Ribeira, porto da balsa junto ao município de Ribeira	17	29	63

Cabe ressaltar que no sedimento do ribeirão do Rocha e do rio Ribeira, junto à foz daquele, mesmo com a mina desativada ainda havia concentrações elevadas de metais, comprovando que o depósito de rejeitos do Rocha encontra-se ainda sujeito à lixiviação. Caso isso ocorra, a qualidade da água do rio será contaminada e não poderá ser destinada aos seus devidos fins (COSTA, 2001).

A cadeia alimentar aquática representa uma via com grande potencial de transferir metais existentes no sedimento. No entanto, é preciso fazer uma distinção entre alguns termos como bioconcentração, bioacumulação, biomagnificação e biominificação.

A bioconcentração pode ser definida quando a concentração em um organismo é maior que a concentração média no meio onde ele habita. A bioacumulação pode ser definida como o aumento na concentração com a idade ou o tamanho do organismo. A biomagnificação representa o aumento da concentração em organismos que se encontram em níveis tróficos mais elevados e a biominificação é o inverso da biomagnificação, ou seja, é a diminuição da concentração em organismos que se encontram em níveis tróficos mais elevados (CAMPBELL *et al*, 1988).

Segundo esse mesmo autor, a bioconcentração é uma regra para todos os metais estudados em todos os níveis tróficos. No entanto, a biomagnificação foi demonstrada apenas para o mercúrio, existindo evidências de biominificação para os outros metais.

No ambiente aquático, metais associados ao material orgânico podem ser disponibilizados para organismos consumidores. Isso porque os organismos bentônicos, ingerindo essa matéria orgânica contaminada por metais, podem liberar os metais para que estes sejam absorvidos pelos consumidores (CAMPBELL *et al*, 1988).

É importante observar que pode haver mais de um caminho para a absorção dos metais pesados. Isso é perceptível, por exemplo, em peixes e plantas. Os peixes podem absorver metais através das brânquias, da pele ou, do intestino, quando o metal é ingerido na alimentação. Já as plantas aquáticas, podem absorver o metal do sedimento através das raízes, da água através das folhas que ficam imersas na mesma e do ar através das folhas que ficam expostas (CAMPBELL *et al*, 1988).

De acordo com o mesmo autor, não é claro o transporte dos metais do sedimento através da cadeia alimentar, sendo esparsas as informações sobre o assunto. Além disso, verifica-se que certos metais, como chumbo, prata e cádmio podem ser transportados do sedimento através da cadeia alimentar e atingir os ecossistemas terrestres.

Percebe-se que a contaminação do sedimento do rio Ribeira compromete a fauna e a flora local. Isso porque o sedimento contaminado por chumbo pode servir como fonte de contaminação para os organismos aquáticos, de maneira direta, e para os organismos terrestres, de maneira indireta. Conforme foi apresentado, esse sedimento pode servir de alimento a diversos organismos, como peixes iliófagos, que também serão contaminados pelos metais ali existentes. Além disso, de acordo com Campbell (1988), as plantas podem absorver o chumbo existente no sedimento através das raízes. Isso é confirmado por Pain (1995), quando afirma que sob certas condições, as concentrações de chumbo em plantas aquáticas estão relacionadas às concentrações de chumbo ocorrentes no sedimento.

Outra consideração que pode ser feita é que o chumbo proveniente do sedimento pode atingir o ambiente terrestre através, por exemplo, de larvas de insetos que se desenvolvem na água e depois se direcionam para o ambiente terrestre. Dessa maneira verifica-se, então, que igualmente com o que ocorre com o solo contaminado, o sedimento contaminado também pode comprometer a estabilidade do meio ambiente.

1.1.4. Efeitos Tóxicos da Presença de Chumbo na Água

O rio Ribeira é classificado, em todo o seu percurso, como um rio de classe II pelo decreto estadual nº 10.755/77. Para as águas de classe II, o limite máximo permissível para o chumbo na água, estabelecido pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), decreto nº 20, de 18 de junho de 1986, é de 30µg Pb/L. Essas águas devem apresentar nível de qualidade compatível para abastecimento doméstico com tratamento convencional, à proteção da vida aquática, à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulhos), à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

A Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), realiza um monitoramento periódico das águas da bacia do rio Ribeira. Há mais de duas décadas, vem sendo constatada a presença de metais pesados nessas águas. O rio Ribeira apresenta dois pontos de monitoramento da qualidade de suas águas, sendo um próximo à cidade de Registro – SP e outro a 3

km da cidade de Itaoca – SP. Nesses pontos são determinadas as concentrações de metais como chumbo, zinco e cobre (MORAES, 1997).

Metais pesados, em ambientes estuarinos e marinhos, são potenciais contaminantes deletérios para a biota. Animais aquáticos sofrem influência de um grande número de substâncias que afetam seu metabolismo e causam alterações que nem sempre são imediatamente detectadas (ALMEIDA *et al*, 1998).

Em uma coleta de água realizada logo após uma grande cheia, em fevereiro de 1995, Moraes (1997) detectou que 57 kg/s de chumbo, adsorvidos ao material em suspensão, passavam pela planície de Sete Barras – SP, estimou-se, ainda, que, anualmente, 151 toneladas de chumbo (adsorvidas em 840.000 toneladas de sólidos em suspensão na água) passavam por aquele município. Desconsiderando-se as variações anuais, isto equivaleria a uma média de 419 kg de chumbo por dia.

Alguns autores descobriram elevadas concentrações de chumbo e zinco em briófitas aquáticas que cresciam em riachos presentes em áreas de mineração (VICENT *et al*, 2001).

Conforme foi apresentado por Campbell (1988), os metais pesados, como o chumbo, podem chegar até a planta por três vias diferentes, sendo uma delas pela água contaminada. Esta pode ser absorvida pelas folhas que se encontram imersas no ambiente aquático. No interior das plantas, as maiores concentrações de chumbo são encontradas nas folhas. Assim, essas folhas contaminadas podem se tornar uma fonte de contaminação para organismos herbívoros ou onívoros que delas se alimentem. Percebe-se, então, que o chumbo existente na água pode ser absorvido pelas plantas e passado para demais organismos, afetando a estabilidade do meio ambiente dependendo do efeito provocado.

Além das plantas, invertebrados aquáticos também acumulam chumbo e outros metais existentes na água. Porém, os efeitos tóxicos desses metais variam de acordo com: a espécie considerada, o tempo e o modo de exposição, o desenvolvimento de tolerância fisiológica, os níveis do metal e os fatores ambientais locais (PAIN, 1995).

Estudos realizados com moluscos aquáticos mostraram que a acumulação de chumbo na concha está relacionada a altos níveis de chumbo na água. Além disso, em ostras do gênero *Crassostrea gigas*, tratadas com altos níveis de chumbo, o crescimento da concha é inferior ao crescimento de conchas não contaminadas com

o metal (ALMEIDA *et al*, 1998). Em experimentos realizados com *Lymnaea stagnalis*, percebeu-se que as maiores concentrações de chumbo foram encontradas na cabeça, nas vísceras, no pé e na concha dos caracóis, respectivamente (PYATT *et al*, 1997).

Assim como foi citado para plantas, a água contaminada por chumbo pode ser absorvida por diferentes espécies de moluscos. Através dos resultados de experimentos realizados percebe-se que a concha é um local que pode armazenar metais pesados. No entanto, segundo Campbell (1988), as partes duras dos organismos, como a concha, não são consumidos. Dessa forma, a contaminação de organismos que se alimentem de moluscos só vai se dar com a ingestão das partes moles, que, conforme foi citado, também potencialmente acumulam chumbo.

Uma forma de contaminação em peixes é diretamente através da água, pois no ambiente aquático, as vias pelas quais o chumbo está disponível são: a via hídrica (absorção pelas brânquias, pele, intestino) e a via trófica (pela alimentação com posterior absorção no intestino). Resultados de experimentos realizados com peixes (*Carassius auratus*) mostram que as brânquias e o intestino são os alvos primários do chumbo existente no ambiente e estes funcionam como portas de entrada para a absorção de chumbo (TAO *et al*, 1999).

Assim, percebe-se que água contaminada por chumbo é potencialmente prejudicial para os ecossistemas aquáticos, podendo contaminar diretamente organismos que vivem nestes ambientes e indiretamente o homem, uma vez que se alimenta destes organismos e de plantas que foram irrigadas pela água proveniente de águas contaminadas pelo chumbo. No entanto, no caso da região do Ribeira, apesar de existir um prejuízo ambiental reforçado pela literatura, verificou-se, através de estudos, que a água não é a principal fonte de contaminação da população humana que vive na região, podendo a fonte estar associada à poeira devido à presença de grandes depósitos de resíduos nas proximidades das casas.

Em novembro de 1998, 50% dos pontos amostrados (5 em 10) pela CETESB ao longo da bacia do rio Ribeira apresentaram chumbo, mas em nenhuma amostra o valor excedeu 30 µg Pb/L. Este resultado mostra que houve uma melhora na qualidade das águas da bacia, mas as amostragens pontuais, instantâneas e isoladas não fornecem um diagnóstico ambiental satisfatório, sendo necessários mais estudos na área. Além do mais, nos momentos de cheia do rio, devido ao

revolvimento do sedimento, estes níveis podem aumentar colocando sazonalmente em risco as condições da bacia.

1.1.5. Efeitos Tóxicos da Presença de Chumbo na Poeira

A distribuição do chumbo na atmosfera é largamente dependente do tamanho da partícula. É interessante salientar que a poeira pode ser classificada, quanto ao tamanho da partícula, em inalável (10 μm) e respirável (menor ou igual a 2,5 μm).

Os principais depósitos de chumbo são as superfícies de plantas, o solo, os corpos de água e o trato respiratório de animais (PAIN, 1995).

Pesquisas mostram que em áreas de exploração de minérios, a absorção oral do chumbo, através da contaminação das mãos com o metal existente no solo e na poeira, é uma importante rota de exposição. Muitos estudos consideram que existe uma correlação entre os níveis de metais pesados, principalmente o chumbo, existentes na poeira dentro de casa e os altos níveis desses metais no sangue de crianças (TREPKA *et al*, 1997).

De acordo com alguns autores, a poeira é uma importante fonte de exposição a metais pesados em regiões de clima moderado, onde as crianças passam 80% do tempo dentro de casa, e em regiões de clima tropical, onde as crianças costumam brincar mais ao ar livre, ou seja, fora de suas residências (MEYER *et al*, 1999 *apud* PAOLIELLO, 2002).

Em um estudo realizado com crianças que vivem na região do vale do Ribeira, descobriu-se que os elevados níveis de chumbo no sangue das crianças estavam relacionados com o trabalho de seus pais nas mineradoras desativadas desde 1995 (PAOLIELLO, 2002). O transporte de chumbo através da poeira proveniente do local de trabalho dos pais pode ser um importante caminho para a contaminação das crianças (CHIARADIA *et al*, 1997).

Através das informações apresentadas pelos autores citados, percebe-se que na região do vale do rio Ribeira, a poeira contaminada pelo chumbo representa um grande risco para a saúde pública. Isso porque essa poeira pode ter sido carregada pelos trabalhadores das mineradoras para o interior das casas, contaminando crianças e adultos. Os rejeitos estocados a céu aberto na região também continuam disponibilizando o chumbo na poeira. Além disso, esses rejeitos podem servir como

uma fonte de diversão para as crianças, que acabam colocando a mão na boca e contaminando-se com o chumbo. Assim, verifica-se que a poeira também pode desempenhar um importante papel na contaminação por chumbo existente na região.

1.1.6. Efeitos Tóxicos do Chumbo em Peixes

De acordo com estudos realizados na região, as espécies de peixes ali existentes apresentam hábitos alimentares diversificados, como herbívoros, carnívoros, iliófagos e onívoros (COSTA, 1999). Assim, a contaminação de diferentes organismos que ocupam níveis tróficos inferiores, pode potencialmente afetar e contaminar outras espécies, principalmente de peixes que habitam as águas do rio Ribeira.

No Brasil, foram estabelecidos os níveis máximos permissíveis para as concentrações de metais em peixes passíveis de consumo humano. Os níveis máximos permissíveis para determinados metais estão apresentados na tabela abaixo:

Metais	Concentração Máxima Permissível do Metal ($\mu\text{g/g}$)	Ano de Determinação do Limite Permissível
<i>Chumbo (Pb)</i>	2,0	1990
<i>Zinco (Zn)</i>	100,0	1977
<i>Cobre (Cu)</i>	30,0	1977
<i>Mercúrio (Hg)</i>	0,5	1975, 1977

Fonte: EYSINK *et al* (1990), CETESB (1991) *apud* COSTA (1999).

Eysink (1990) *apud* Costa (1999) analisou, em fevereiro de 1986, 7 espécies de peixes e uma de ostra capturados no complexo estuarino na desembocadura do rio Ribeira. Dos oito valores máximos encontrados para chumbo, cobre, zinco e mercúrio em musculatura e vísceras, apenas dois não ultrapassaram o limite permissível pela legislação brasileira. No mesmo trabalho foram obtidas concentrações desses metais em peixes capturados ao longo de 7 pontos do rio Ribeira. Apenas o mercúrio não apresentou níveis superiores ao permitido. Os

demais metais apresentaram níveis elevados para musculatura e/ou vísceras. Como exemplo, tem-se o chumbo, que apresentou 172,0 µg/g para musculatura e 8.000 µg/g para vísceras. A CETESB (1991a), em 78 amostras de musculatura analisadas de peixes coletados em fevereiro de 1990 no rio Ribeira, constatou que: 26 amostras ultrapassaram o limite internacional mais restritivo para o cádmio (33,3% acima de 0,05 µg/g); 31 amostras ultrapassaram o limite internacional mais restritivo para o chumbo (39,7% acima de 0,5 µg/g); 8 amostras ultrapassavam o limite estipulado para o chumbo pela legislação ambiental brasileira (10,6% acima de 2,0 µg/g).

Além da musculatura, foram analisadas amostras de vísceras e ossos. O chumbo esteve presente em todas as amostras de ossos, em 52,6% das amostras de músculos e em 69,7% das amostras de vísceras. Os valores de vísceras e musculatura são indicadores de exposição aguda ao chumbo. Já os ossos são o tipo de tecido que mais retém o chumbo, no entanto são bons indicadores de exposição crônica (MERIAN, 1991 *apud* COSTA, 1999).

A partir das informações apresentadas, pode-se afirmar que o chumbo está presente no ambiente aquático do vale do Ribeira há muito tempo. Isso pode ser determinado com base na presença do metal nos ossos e no histórico de mineração na região. Além disso, a presença de chumbo na musculatura dos peixes pode se tornar uma fonte de contaminação humana. Isso porque essa é a parte comestível na alimentação e estando a mesma contaminada, é potencialmente capaz de contaminar a população humana (COSTA, 1999).

1.1.7. Efeitos Tóxicos do Chumbo em Humanos

O chumbo é um contaminante não específico que atua em nível molecular e inibe a atividade de várias enzimas necessárias ao funcionamento normal das células dos animais. A maioria dos estudos sobre os efeitos deste metal em animais concentra-se no sistema hematopoiético, cérebro e sistema nervoso, aprendizagem e comportamento, reprodução e sobrevivência (PAIN, 1995).

Após a absorção do chumbo, ele é distribuído pelo organismo através do sangue. Assim, no sangue humano, cerca de 90% do metal está associado aos eritrócitos, principalmente à hemoglobina. No entanto, estudos cinéticos indicam três compartimentos para o chumbo corpóreo. O primeiro representado pelo sangue e

alguns órgãos parenquimais com meia-vida de cerca de 35 dias; o segundo compartimento representado pelos tecidos moles, com meia-vida de 40 dias; e o terceiro representado pelos ossos, com meia-vida de cerca de 20 anos. Além dos ossos e do sangue, os níveis mais elevados são observados na aorta, fígado, rins, adrenal, tireóide e jejuno (OGA, 1996).

Cerca de 76% do chumbo absorvido é excretado pela urina, 16% pelo trato gastrointestinal e menos de 8% por outras vias como cabelo, unhas e suor. A excreção pelo leite é de aproximadamente 12 µg/L (OGA, 1996).

Pain (1995) mostrou que os efeitos tóxicos do chumbo em mamíferos incluem cegueira, patologias de fígado e rim, hemorragia, falta de apetite e anorexia, anemia, patologia cerebral, convulsões, problemas motores, visuais e de aprendizagem, aumento de agressividade, hiperatividade, distúrbios de sono e insônia, problemas reprodutivos e aumento de doenças fetais e abortos. Além disso, pode-se perceber também diminuição das funções de memória, mudanças de personalidade e fadiga, além de efeitos em órgãos endócrinos e supressão (OGA, 1996). Devido à supressão imunológica, mesmo na ausência de sinais clínicos aparentes, o chumbo pode aumentar a susceptibilidade do animal a doenças (PAIN, 1995).

Nos últimos anos, exposições ocupacionais e a longo prazo têm merecido atenção (OGA, 1996). Estudos epidemiológicos com idosos em Detroit – EUA indicam que as freqüências de exposição ocupacional (mais de 20 anos) ao chumbo e outros metais pesados estão associadas ao mal de Parkinson (GORELL *et al*, 1999).

Porém, outras pesquisas demonstram que alguns compostos de chumbo induzem a formação de tumores renais malignos e benignos. Buscando-se evidências do efeito carcinogênico do chumbo em humanos, tem-se, de maneira geral, que a exposição por mais de 20 anos pode levar a um acréscimo na incidência de câncer. Efeitos relacionados ao decréscimo de fertilidade, abortos espontâneos e teratogenicidade, mortalidade e mau formações de embriões em desenvolvimento têm sido investigados (EWERS e SCHLIPKÖTER, 1991).

Pesquisas realizadas em mamíferos, como ratos, ovelhas e primatas, indicam que animais jovens são mais suscetíveis a problemas neurológicos e comportamentais que os adultos, pois o chumbo pode afetar o desenvolvimento do cérebro e do sistema nervoso. O chumbo age na estrutura e nas funções do sistema

nervoso, resultando em problemas de funções intelectuais, sensoriais, neuromusculares e fisiológicas. Assim, tem-se a idade de exposição ao chumbo como um fator crítico. Isso porque a exposição de fetos e recém nascidos é, provavelmente, mais prejudicial que a exposição mais tardia. Naquele caso, a passagem do chumbo da mãe para o filho ocorre através da placenta e do leite (PAIN, 1995).

Um estudo recente realizado na região do vale do Ribeira mostrou que crianças estão contaminadas por chumbo. Neste estudo foram analisadas amostras de sangue de 295 crianças em idade escolar, ou seja, entre 7 e 14 anos. Os resultados apontaram concentrações de chumbo no sangue entre 1,8 µg/dL e 37,8 µg/dL. O nível médio de chumbo no sangue de crianças que moravam em áreas próximas à refinaria de chumbo foi de 11,25 µg/dL, com variação de 1,8 até 37,8 µg/dL. Já em outras áreas da região, o nível médio foi de 4,40 µg/dL, com variação de 1,8 até 29,4 µg/dL. Observou-se também que a anterior exposição ocupacional dos pais ao chumbo estava associada com o aumento nas concentrações de chumbo no sangue das crianças (PAOLIELLO *et al*, 2002).

Diante desse estudo, pode-se dizer que entre as variáveis associadas ao nível de chumbo no sangue, a mais importante é a área de residência da população. Além disso, os mais elevados níveis de chumbo no sangue foram encontrados em crianças que moravam em áreas próximas à refinaria de chumbo, mostrando que mesmo após o fim das atividades industriais, ainda é possível existir contaminação com os resíduos existentes na área (PAOLIELLO *et al*, 2002).

1.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

1.2.1. Aspectos Gerais do Vale do Rio Ribeira

A bacia do rio Ribeira, que banha os estados do Paraná (PR) e de São Paulo (SP), está situada entre os paralelos 23°50' – 25°30' S e entre os meridianos 46°50' – 50°00' W. Essa bacia tem uma área de 24.980 km², sendo 9.500 km² no estado do Paraná, representando 38%, e 15.480 km² no estado de São Paulo, representando 62% (DAEE, 1998).

O rio Ribeira nasce na vertente leste da Serra da Paranapiacaba, pelo encontro dos rios Ribeirinha e Açungui, que ocorrem próximos à cidade de Cerro Azul – PR (MORAES, 1997). Sua foz se localiza em uma área de manguezais, o Complexo Lagunar-Estuarino de Iguape-Cananéia-Paranaguá. Este ecossistema é considerado, mundialmente, como um dos mais importantes criadouros marítimos e, em relação à produtividade primária, está entre os mais produtivos (SÃO PAULO, 1992). No total, o rio Ribeira tem uma extensão de aproximadamente 470 km desde sua nascente até sua foz, sendo 120 km no Paraná e 260 km em São Paulo. O restante, cerca de 90 km, encontra-se fora da divisa dos dois estados.

Nas regiões próximas à nascente, o rio Ribeira apresenta-se bastante acidentado, com muitas corredeiras. A partir das proximidades de Itaoca – SP, o rio começa a deixar de apresentar tantas cachoeiras e passa a depositar sedimento na porção interna de suas curvas. Próximo à Itapeúna – SP o rio já se encontra em seu curso médio. A partir de Sete Barras – SP o rio se encontra em seu baixo curso, na região da planície litorânea, apresentando um aspecto senil até sua foz (MORAES, 1997).

A região do vale do rio Ribeira apresenta diferentes tipos de impactos ambientais, antigos e atuais. Algumas alterações nos ecossistemas locais são: poluição orgânica através de lixo e esgoto, desmatamento e enchentes periódicas. Outros impactos ambientais significativos surgiram com a implementação do extrativismo mineral na região. Isso resultou na presença de metais pesados na bacia, em níveis, muitas vezes, acima dos limites permissíveis para organismos aquáticos, sedimentos e material em suspensão ou dissolvido na água. Os elevados níveis de metais na região são atribuídos às atividades de beneficiamento de minério de chumbo, pois na região serrana da bacia, ou seja, no Alto Ribeira, encontram-se desativadas unidades de extrativismo de chumbo (COSTA, 2001).

1.2.2. Histórico e Aspectos da Mineração de Chumbo no Vale do Rio Ribeira

No início do século XX, havia no nordeste do estado do Paraná, divisa com o estado de São Paulo, um povoado denominado Eptácio Pessoa, onde em 1936, um português chamado Sr. Adriano Seabra, proprietário de muitas terras na região, descobriu várias jazidas com elevado teor de chumbo, passíveis de serem

exploradas comercialmente. Em 1937, Epitácio Pessoa teve seu nome alterado para Paranaí, sendo um Distrito Administrativo de Bocaiúva do Sul – PR. Em 1960, Paranaí foi elevado à categoria de Município, com o nome de Adrianópolis, em homenagem ao Sr. Adriano Seabra.

No início da década de 30, descobriu-se a jazida de Panelas. A exploração desta jazida ocorreu a partir de 1938 até o final da década de 80, quando foi considerada exaurida (MORAES, 1997).

Em 1943, a empresa Plumbum S.A. iniciou a instalação de uma metalurgia de chumbo na área da mina de Panelas, entrando em operação em 1945 (Moraes, 1997).

Em 1939, foi descoberta a jazida do Rocha, situada na margem esquerda do Ribeirão do Rocha, afluente que deságua no rio Ribeira. Em 1964, foi concedida autorização para a Plumbum S.A. explorar o minério de chumbo existente na localidade.

Posteriormente, a empresa Plumbum S.A. cedeu seus direitos de exploração à empresa Rocha Mineração Ltda, que mais tarde os cedeu à Grabesa – Exploração e Comércio de Minérios Ltda. Em 1996, esta empresa cedeu seus direitos de exploração à CBA – Companhia Brasileira de Alumínio.

Em 1995, as mineradoras Plumbum S.A. e Rocha encerraram suas atividades, deixando milhares de toneladas de rejeitos a céu aberto, sem nenhuma proteção. Estes rejeitos são levados pelo vento à população local e pela lixiviação ao rio Ribeira, que passa por Adrianópolis. Além disso, os montes de resíduos tóxicos encontrados a céu aberto são utilizados como uma forma de diversão pelas crianças.

Assim, de 1938 a 1995, ou seja, por quase 60 anos, foi explorado no município de Adrianópolis, a extração de ouro, prata e chumbo. No entanto, mesmo com as mineradoras encerrando suas atividades em 1995, até hoje, o meio ambiente e a população de Adrianópolis continuam expostos e passíveis de serem contaminados pelos resíduos da exploração de chumbo e outros metais.

Pode-se perceber que a mineração representou um papel importante na economia da região, pois forneceu muitos empregos para os moradores da região. Porém, após o fechamento das mineradoras, os habitantes ficaram expostos aos efeitos tóxicos do chumbo. Atualmente, são comuns na região as culturas de

subsistência de feijão, milho, mandioca, chá e banana. O cultivo e o manejo destas áreas é baseado em processos derivados da coivara, gerando um mosaico de áreas, algumas cultivadas, outras abandonadas, praticamente desnudas, com seus solos degradados pela erosão (MORAES, 1997). Além dessas culturas, é comum a pesca de peixe e camarão e, na região da foz do rio, desenvolve-se a coleta de siris e caranguejos e a maricultura, com a criação de ostras em cativeiro.

1.3. ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA

1.3.1. Considerações Jurídicas sobre Meio Ambiente

Inicialmente, considerou-se o Direito Ambiental como um ramo do Direito Administrativo, pois a regra ambiental era vista como mais um requisito para a obtenção do licenciamento. No entanto, na década de 90, separou-se esses dois ramos. O Direito Administrativo verificava a legalidade da atividade exercida pelo administrador e o Direito Ambiental passava a dar maior ênfase ao resultado dessa atividade (MORAES, 2001).

O meio ambiente é considerado um interesse coletivo, pois pode ser utilizado por todos, mas nunca lhes pertencerão, sendo permitido, no máximo, assumir-lhes a gestão até o limite legal (MORAES, 2001). No entanto, segundo Ricklefs (1996), todas as atividades humanas têm conseqüências para o meio ambiente, sendo necessário minimizar os impactos humanos de todos os tipos sobre áreas da superfície terrestre. Diante dessas características, tem-se o meio ambiente como um bem jurídico que merece proteção necessária para garantir sua existência (MORAES, 2001).

1.3.2. Normas Contidas na Constituição Federal

A Constituição Federal de 1988 (CF) apresenta o capítulo VI destinado ao meio ambiente. Neste capítulo está o artigo 225, que possui o seguinte texto:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo 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.

§ 1º. Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe o Poder Público:

V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VII – proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade”.

Ainda no art. 225, § 2º fica estabelecido que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado. Já o § 3º estipula que aqueles que cometerem atividades lesivas ao meio ambiente, sendo pessoas físicas ou jurídicas, estarão sujeitos a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Além do art. 225, os artigos 23 e 176 também fazem menção ao meio ambiente. O primeiro estabelece que é competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente, combater a poluição em qualquer de suas formas e preservar as florestas, a fauna e a flora. O art. 176 destina-se à exploração de recursos minerais:

“As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra”.

1.3.3. Legislação Infraconstitucional

No Brasil, apenas as disciplinas clássicas possuem normas codificadas, otimizando, assim, a regulamentação da matéria. No entanto, o Direito Ambiental é regulamentado por normas esparsas, cabendo ao jurista sua localização e aplicação sistematizada em cada caso (MORAES, 2001). Essas normas podem ser leis, decretos-lei, decretos ou resoluções.

Além disso, pode-se considerar que o sistema jurídico apresenta uma divisão de competências e leis, ou seja, há legislações específicas para determinados

assuntos. Assim, a Lei nº 6.567/78 dispõe sobre a exploração e o aproveitamento de substâncias minerais, a Lei nº 9.433/96 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a Lei nº 9.605/98 dispõe as sanções administrativas e penais aplicadas às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Como pôde-se perceber, mesmo anteriormente à CF, já havia leis que regulamentavam aspectos relacionados ao meio ambiente. No entanto, essas leis, após a promulgação da Constituição de 1988, poderiam ser recepcionadas pela nova ordem constitucional ou, devido a incompatibilidades, deixar de vigorar (MORAES, 2001). Um exemplo de lei anterior à CF é a Lei nº 6.938, publicada no ano de 1981. Pode-se dizer que ela foi recepcionada pela nova ordem constitucional, apresentando apenas algumas alterações. Essa lei dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.

O art. 2º da Lei nº 6.938/81 se refere à concessão e fiscalização da exploração dos recursos minerais:

"A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I – ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III – planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV – proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V – controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VII – acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII – recuperação de áreas degradadas;

IX – proteção de áreas ameaçadas de degradação".

Ao considerar o que está previsto no artigo supracitado, a mesma lei prevê algumas definições, como o apresentado em seu art. 3º:

“Para os fins previstos nesta lei, entende-se por:

I – meio ambiente: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II – degradação da qualidade ambiental: a alteração adversa das características do meio ambiente;

III – poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indireta:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

IV – poluidor: a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V – recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

Ainda na Lei nº 6.938/81, em seu art. 14, estão estabelecidas algumas penalidades para aquele que não cumprir as medidas necessárias à preservação ou correção dos danos ambientais. O § 1º do mesmo art. 14 prevê que, além de estar sujeito às penalidades previstas pelo artigo, o poluidor é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. Além disso, o Ministério Público da União e dos Estados pode propor ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente.

A Lei nº 7.347/85, em seu art. 1º, inciso I, possibilita também a defesa coletiva do meio ambiente, permitindo a reparação de danos patrimoniais e morais, através de ações de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados ao meio ambiente.

O Código de Mineração, ou seja, o Decreto-lei Federal nº 227 de 1967, estabelece em seu art. 1º, que, entre outras competências, compete à União administrar os recursos minerais. No entanto, o art. 3º, inciso III, do mesmo código regula a fiscalização pelo Governo Federal, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral.

O art. 47 do Código de Mineração estabelece:

“Ficará obrigado o titular da concessão, além das condições gerais que constam deste Código, ainda, às seguintes, sob pena de sanções previstas no Capítulo V:

VIII – responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da lavra;

IX – promover segurança e a salubridade das habitações existentes no local;

X – evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos;

XI – evitar poluição do ar, ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração”.

Há ainda a Lei nº 8.876/94 que institui o DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, uma autarquia da União Federal que tem, entre outras, a finalidade de promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais. Além disso, cabe ao DNPM assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional.

Nos incisos do art. 3º estão estabelecidas as competências especiais do DNPM, sendo algumas delas:

“V – fomentar a produção mineral e estimular o uso racional e eficiente dos recursos minerais;

VI – fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar infratores e impor as sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação mineraria;

VII – baixar normas, em caráter complementar, e exercer fiscalização sobre o controle ambiental, a higiene e a segurança das atividades de mineração, atuando em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela higiene, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores”.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Estabelecimento de uma linguagem jurídica com base em informações biológicas dos efeitos de metais pesados, como o chumbo, presentes no vale do rio Ribeira.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer uma retrospectiva histórica e uma avaliação dos principais impactos ambientais causados pelas unidades de extrativismo de chumbo no vale do rio Ribeira.
- Pesquisar as legislações ambientais que regulamentam as atividades de extrativismo mineral e suas conseqüências para o ambiente.
- Promover uma discussão em torno do tema, com o intuito de desenvolver uma metodologia que permita a criação de uma linguagem jurídica a partir de dados de impactos ambientais, aproveitando-os e aplicando-os em situações de conflito.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Uma vez que este trabalho não apresenta precedentes no que diz respeito aos objetivos propostos, e dada a dificuldade em obter dados relacionados ao tema jurídico, foi necessário dentro de um desafio pessoal iniciar o projeto sem um modelo específico e de certa maneira contribuir com ambas as áreas científicas: biológica e jurídica.

Na confecção do presente trabalho foi realizado, primeiramente, um amplo levantamento bibliográfico em livros, artigos de revistas e jornais, buscando abordar e caracterizar as principais consequências da exposição ao chumbo, considerando-se diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar, inclusive riscos de exposição humana.

Foi realizada também uma pesquisa documental, dentro do Direito Ambiental, englobando leis, decretos que regulamentam e fiscalizam as atividades de extrativismo mineral.

Posteriormente, através de uma metodologia desenvolvida neste trabalho, os dados obtidos com os levantamentos foram confrontados, dando atenção aos impactos ambientais existentes no vale do rio Ribeira e as legislações ambientais vigentes na formulação de mecanismos, que possibilitem adequar uma linguagem científica a uma linguagem jurídica clássica, dentro da área de Direito Ambiental.

Para o desenvolvimento desta monografia foram utilizados também dados coletados na região do rio Ribeira provenientes de um processo em andamento, movido pela Prefeitura de Adrianópolis, onde o objetivo é, inicialmente, a remoção dos rejeitos das mineradoras, os quais se encontram armazenados a céu aberto. Contou-se, para isso, com o apoio do escritório de Advocacia José Melquíades da Rocha – Advogados Associados, na pessoa do Dr. José Melquíades da Rocha Júnior.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. QUESTÕES ADMINISTRATIVAS E COMPETÊNCIAS

Analisando o art. 225 da Constituição Federal (CF), fica claro que o meio ambiente é um bem comum de todo cidadão brasileiro, devendo ser por este, juntamente com o Poder Público, preservado. Assim, cabe, inicialmente, a cada indivíduo (pessoa física ou jurídica) cuidar do lugar pelo qual é responsável. Além disso, o art. 23 da CF cita que é competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente. Portanto a competência de proteger o meio ambiente é conjunta, sendo a responsabilidade também.

Nesse ponto surge o primeiro problema existente na região do vale do rio Ribeira. Isso porque os habitantes dessa região possuem grandes dificuldades de ordem sócio-econômica, como subnutrição e baixo nível de escolaridade, fazendo com que os mesmos não tenham esclarecimentos suficientes para exigir uma qualidade ambiental adequada, tornando-se co-partícipes nas responsabilidades. No entanto, refere-se a responsabilidades e deveres que os mesmos cidadãos não têm sequer o conhecimento da existência delas, ou lhes é negado esse conhecimento pela falta de educação adequada, o que é mais grave, entrando aí a responsabilidade maior do Estado. A constituição garante também o direito a educação.

Outro fator agravante importante é que a região se localiza na divisa de dois Estados, ou seja, entre os Estados de São Paulo e Paraná. Sendo assim, surge um impasse, pois os dois Estados são responsáveis pela região, mas nenhum consegue resolver os problemas lá existentes. Percebe-se, então, que é preciso existir interesse das duas partes para que a região consiga superar suas dificuldades sócio-econômicas. Enquanto isso não acontece, o meio ambiente e, conseqüentemente, a população que ali vive sofre as conseqüências do descaso das autoridades dos dois Estados e também da União Federal.

Outro ponto a ser considerado é a dificuldade de localização do principal responsável pelo dano ambiental. Isso porque na região do vale do rio Ribeira, estabeleceram-se duas mineradoras principais, a Plumbum e a Rocha. No entanto, esta última mineradora apresentou vários nomes diferentes, como Rocha Mineração

Ltda, Grabesa – Exploração e Comércio de Minérios Ltda e, atualmente, CBA – Companhia Brasileira de Alumínio. Assim, há mais de 5 anos, ou seja, desde 31/05/96, a CBA adquiriu as concessões de lavra, bem como, as áreas onde se desenvolvia a mineração e onde se encontram estocadas milhares de toneladas de resíduos tóxicos. Portanto, a exemplo de suas antecessoras, a CBA nada fez no sentido de cessar as fontes poluidoras existentes na área que adquiriu, continuando a poluir e, sendo por isso, diretamente responsável pela poluição.

Pode-se, diante do apresentado e com base no art. 3º, IV, da Lei nº 6.938/81, enquadrar as empresas Plumbum e CBA como poluidoras, pois estas são responsáveis, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental. Assim, pode-se aplicar também o art. 14, § 1º, da mesma lei, pois sendo as empresas poluidoras, cabe aos responsáveis pelas mesmas, indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros.

4.2. ANÁLISE JURÍDICA DAS CONTAMINAÇÕES EXISTENTES NA REGIÃO DO VALE DO RIO RIBEIRA

4.2.1. Solo e Sedimentos

Conforme foi apresentado por Sun *et al* (2001), o chumbo proveniente da mineração pode contaminar o solo e, conseqüentemente, os invertebrados a ele relacionado. Além disso, pode prejudicar plantas, pois o chumbo diminui a fertilidade do solo. Percebe-se, então, que o chumbo no solo é uma fonte de contaminação para diferentes organismos e um risco para a saúde pública.

No entanto, não há dados suficientes da região do vale do Ribeira, que confirme a contaminação do solo local. Assim, para uma análise do risco de contaminação dos organismos a partir do chumbo existente no solo, seria exigido um estudo de caso no local. Mas se comprovado com estudos qualificados, este é um argumento forte uma vez que está diretamente relacionado com a desqualificação do solo com reflexos econômicos e de saúde pública.

Conforme apresentado, um estudo realizado na região mencionada acima, em 1998, demonstrou que os sedimentos de diferentes áreas estavam contaminados

por chumbo. Além disso, verificou-se que essa contaminação era proveniente das atividades de mineração ali desenvolvidas.

Segundo Campbell *et al* (1988), plantas e outros organismos podem absorver o chumbo que se encontra disponível no sedimento, participando ativamente no transporte de metais pesados na cadeia trófica.

Partindo-se da afirmação do autor e dos estudos que comprovam a contaminação do sedimento da região do Ribeira pode-se afirmar que essa contaminação pode ser prejudicial à região. Isso é importante porque entre os hábitos das espécies de peixes existentes na bacia do rio Ribeira, estão os peixes iliófagos, ou seja, que se alimentam do sedimento. Assim, verifica-se que existe um grande potencial de ocorrer a contaminação de peixes de forma direta e, indiretamente, a contaminação da população humana, que desses peixes se alimenta. Esta questão será melhor abordada posteriormente.

Sendo assim, podemos concluir que o chumbo existente no sedimento caracteriza-se como fruto da degradação e da poluição ambiental, pois apresenta os prejuízos estabelecidos no art. 3º, III, da Lei nº 6.938/81.

Cabe salientar que a atividade de mineração, contaminando solo e sedimento, além de prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população e afetar desfavoravelmente a biota, também criou condições adversas às atividades sociais e econômicas. Isso porque a contaminação do sedimento podendo contaminar peixes e moluscos, por exemplo, pode prejudicar a pesca e a maricultura da região.

Percebe-se, portanto, que mesmo a contaminação do solo e do sedimento por chumbo não sendo uma fonte direta de exposição aos cidadãos que habitam a região do vale do Ribeira, ela indica, juridicamente, que a mineração desenvolvida nesta região causou degradação e poluição ambiental.

4.2.2. Água

Conforme apresentado anteriormente, estudos mostram que a contaminação da água por metais pesados, como o chumbo, serve de fonte de contaminação para diversos invertebrados, peixes e plantas.

Sabe-se que as águas do rio Ribeira, classificadas como classe II, apresentam um limite máximo permissível para o chumbo de 30 µg Pb/L e são

destinadas ao abastecimento doméstico com tratamento convencional, à proteção da vida aquática, à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulhos), à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana. Portanto, qualquer contaminante poderia comprometer a finalidade dessa água.

Embora o estudo realizado por Moraes (1997), com dados referentes ao ano de 1995, tenha mostrado que a água do rio Ribeira estava com níveis de chumbo acima do permitido por lei, um estudo da CETESB, em 1998, mostrou que a qualidade da água da região havia melhorado. No entanto, as amostras eram locais e poderiam não demonstrar a real condição daquela água. Além disso, sabe-se também que a água não é a fonte principal de contaminação da população que vive nessa região. Sendo assim, qualquer argumento de defesa que se baseie apenas neste fato pode ser cientificamente anulado sem grandes problemas.

A partir do último estudo, poderia ser dito que a água não oferece perigo de contaminação para os moradores da região do Ribeira. Porém, sabe-se que as amostras são pontuais e há enormes quantidades de chumbo armazenadas a céu aberto, próximas às margens do rio. Assim, nada impediria que, por ação das chuvas, esse chumbo fosse levado para os corpos d'água e os contaminasse com teores acima do permitido pela legislação. Como pôde ser verificado, existem algumas hipóteses para a contaminação da água da região, mas isso não pode ser confirmado, pois para isso, seriam necessárias mais pesquisas na região, principalmente nos momentos de cheia, onde ocorre o revolvimento do sedimento e a contribuição dos amontoados de rejeitos.

Há, entretanto, um aspecto que deve ser considerado na região. Estudos, já mencionados e discutidos, mostram a contaminação do sedimento local. Isso é bastante importante, pois embora existam poucos estudos específicos na região da foz do rio Ribeira, percebe-se, segundo Eysink (1990) *apud* Costa (1999), a contaminação de organismos que vivem na região da foz, demonstrando que há um risco de contaminação dessa região. Essa contaminação seria extremamente prejudicial, pois a foz está localizada em uma área de manguezais, o Complexo Lagunar-Estuarino e Iguape-Cananéia-Paranaguá. Esse ecossistema, conforme apresentado, é considerado, mundialmente, como um dos mais importantes criadouros marítimos e, em relação à produtividade primária, está entre os mais

produtivos do planeta. Qualquer estudo que comprove o comprometimento desta área seria também um forte argumento na caracterização e responsabilidade dos prejuízos causados ao ambiente natural da região e à população em geral. Sendo assim, biologicamente e economicamente, pode-se afirmar que esse ecossistema é de vital importância para a região, devendo ser preservado e estudado com mais ênfase. O art. 2º, IV da Lei nº 6.938/81, que determina a proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas é um exemplo jurídico do valor dessas áreas. Portanto, apenas o risco de contaminação já pode ser considerado, pois tanto biológica como juridicamente, pode-se comprovar a importância da área mencionada.

4.2.3. Poeira

Conforme estudos apresentados por Paoliello (2002) e Chiaradia *et al* (1997), a poeira é uma importante fonte de contaminação por chumbo. Isso porque na região do Ribeira a mineração envolveu um grande número de trabalhadores. Estes se contaminavam durante o trabalho e traziam para suas casas o chumbo na poeira, que poderia contaminar também suas famílias.

Além disso, com base na literatura, mostrou-se que, em regiões de clima tropical, as crianças passam mais tempo fora de casa. Assim, como a região do Ribeira apresenta esse tipo de clima, possibilitando o desenvolvimento de atividades das crianças ao ar livre, a contaminação pelo chumbo na poeira ou estocado a céu aberto passou a ser considerada como uma fonte em potencial de contaminação. Além do mais, devido à proximidade dos rejeitos com as áreas habitadas, o próprio fator vento pode contribuir para espalhar através de partículas, componentes que poderiam estar se depositando sobre utensílios domésticos e até mesmo diretamente sobre os alimentos, além de uma exposição direta através da inalação.

Como pôde se verificar, diferentemente da contaminação do solo, do sedimento e da água que não ofereciam, diretamente, risco para a população humana, a poeira é a principal via de contaminação direta para o caso do vale do Ribeira. Neste caso, além de organismos como plantas, invertebrados ou peixes, os seres humanos também estão sofrendo o efeito direto do chumbo que se encontra na poeira da região contaminada. Portanto, a contaminação da poeira por chumbo,

merece grande atenção das autoridades envolvidas com a região e de estudos científicos, podendo fornecer dados significativos quanto ao potencial de risco envolvido neste caso.

É claro e notório, que as mineradoras que exploraram o minério existente na região do vale do Ribeira, não se preocuparam com os efeitos do armazenamento de seus rejeitos a céu aberto. No entanto, o Código de Mineração, em seu art. 47, X e XI prevê ao titular do direito de exploração de minerais, o dever de promover a segurança e a salubridade das habitações existentes no local, evitando a poluição do ar ou da água, resultado das atividades de mineração.

Outro fato que pode ser considerado neste caso, tanto pela literatura quanto por estudos locais, é a existência de contaminação por chumbo em trabalhadores relacionados à mineração e em suas famílias. Essa exposição ocupacional dos moradores da região do Ribeira poderia ter sido evitada se o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), juntamente com os demais órgãos responsáveis, com base na Lei nº 8.876/94, art. 3º, VII, realizasse a fiscalização sobre a higiene e a segurança das atividades de mineração, bem como a higiene, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores.

Observa-se que os responsáveis pelas mineradoras Plumbum e Rocha (atualmente CBA) não seguiram o que era previsto em lei. Além do mais, os órgãos responsáveis pela fiscalização também não desempenharam corretamente seu papel, deixando que muitos trabalhadores da região se contaminasse e, o que é pior, levasse para o interior de suas casas a poeira que serviria como fonte de contaminação para seus filhos. Este constitui, portanto, um forte argumento que deve ser explorado, pois possui apoio científico e de fácil comprovação técnica.

4.2.4. Peixes

De acordo com Pain (1995), a contaminação dos peixes pode ocorrer por via hídrica, absorvendo água contaminada pelo chumbo, ou trófica, ingerindo alimento contaminado pelo metal.

No entanto, na região do vale do Ribeira, a via trófica é uma importante fonte de contaminação. Isso porque, estando o sedimento contaminado, peixes iliófagos podem, potencialmente, ser contaminados. Porém, para se determinar a existência

ou não de contaminação pela via hídrica, são necessários mais estudos no local, pois as informações disponíveis não permitem mais afirmações.

Segundo estudos apresentados anteriormente, verificou-se que a musculatura é um local de deposição do chumbo em peixes e que a mesma serve de alimento para a população humana. Essa informação é importante, pois se sabe que uma das atividades mais comuns na região do Ribeira é a pesca, constituindo esta uma fonte de renda e alimento para a população local, a qual já sofre devido às características pobres da região. Assim, a carne de peixe acaba constituindo uma das principais fontes de sobrevivência dos moradores. Diante desse fato, torna-se muito importante os aspectos relacionados à toxicidade do chumbo em peixes, podendo estes ser atingidos e com isso levar à diminuição da população, através de efeitos no sucesso reprodutivo e etc. Da mesma forma, os prejuízos podem vir através da contaminação direta da população, ou economicamente, caindo a qualidade do pescado e aumentando o esforço de pesca.

Portanto, verifica-se que os peixes, uma vez que fazem parte da dieta humana, oferecem em potencial um risco para a saúde pública, pois além de funcionarem como veículos do contaminante, apresentam diferentes fontes de contaminação, o que aumenta potencialmente sua capacidade de bioacumular o metal.

Juridicamente, pode-se considerar que a contaminação de peixes por chumbo, independentemente da via de absorção, constitui degradação e poluição ambiental. Isso pode ser afirmado com base no art. 3º, II e III, da Lei nº 6.938/81, pois os peixes contaminados, que servem como fonte de alimento para os humanos, prejudicam a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Além desse aspecto, pode-se ressaltar que os peixes contaminados criam condições adversas às atividades sociais e econômicas, pois os pescadores que dependem da venda do peixe acabam sendo prejudicados com a contaminação do animal.

Cabe ainda salientar que a toxicidade do chumbo em peixes e outros organismos vivos compromete a vida aquática, afetando o equilíbrio do ecossistema. Entretanto, o ecossistema é protegido, juridicamente, pela própria Constituição Federal. Isso está no art. 225, § 1º, VII, o qual incumbe o Poder Público de proteger a fauna e a flora, sendo proibidas, por lei, práticas que coloquem em risco sua

função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

O art. 23 da CF reforça a preocupação com o meio ambiente, estabelecendo ser competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente, combater a poluição em qualquer de suas formas e preservar as florestas, a fauna e a flora.

A partir dos artigos constitucionais supracitados, verifica-se que não deve existir a preocupação apenas com a contaminação humana, mas também com a diversidade de organismos vivos que se encontra nos diferentes ambientes do planeta. Assim, é preciso defender também a vida daqueles organismos que são atingidos pela contaminação fruto da atividade antropogênica.

4.2.5. Crianças

De acordo com o estudo realizado por Paoliello *et al* (2002), as crianças que vivem na região do vale do rio Ribeira apresentam elevados níveis de chumbo no sangue, comprovando tecnicamente a contaminação das mesmas.

Cabe, no momento, fazer uma distinção entre os termos contaminação e intoxicação. Esses termos não se confundem, pois, segundo resolução do Conama, é possível existir uma pessoa contaminada, sem que a mesma esteja intoxicada. A contaminação é definida quando é detectada a presença de um contaminante, como o chumbo, em um organismo. Já a intoxicação se define quando a quantidade do contaminante excede os valores máximos permitidos e estabelecidos pela legislação no organismo.

Oga (1996), apresenta os principais compartimentos armazenadores de chumbo e a meia-vida em cada um deles. Tem-se, por exemplo, o sangue como um compartimento com meia-vida de 35 dias e os ossos com meia-vida de, aproximadamente, 20 anos. A meia-vida do local onde o chumbo se deposita é muito importante, pois fornece informações sobre o período de exposição. Isso quer dizer que a presença de chumbo nos ossos pode indicar uma exposição antiga, pois sua meia-vida é de 20 anos. Já um elevado nível de chumbo no sangue, indica uma exposição mais recente, pois sua meia-vida é de apenas 35 dias.

A partir do estudo de Paoliello (2002) e das informações de Oga (1996), pode-se afirmar que as crianças da região do vale do rio Ribeira ainda estão expostas ao chumbo, pois os níveis de chumbo no sangue são muito elevados, chegando a 37,8 µg/dL. Esse valor excede em mais de três vezes o valor máximo de chumbo no sangue permitido pela legislação brasileira, ou seja, 10 µg/dL. Isto significa dizer que parte da população de crianças encontra-se contaminada e que um grupo significativo encontra-se intoxicada. Desta foram este argumento é no mínimo assustador, no que diz respeito à saúde pública. Se imaginarmos que estas crianças estiveram expostas desde sua fecundação, os danos são irreparáveis, sem levar em consideração a grande quantidade de abortos que devem existir na região em virtude do efeito teratogênico do chumbo. Este tipo de efeito é amplamente divulgado pela literatura e constitui um argumento de grande valor se bem acessorado por dados científicos. Dados recentes do nosso laboratório mostraram que o chumbo, em doses muito baixas, foi capaz de provocar sérias quebras cromossômicas em peixes testados em laboratório, apresentando, portanto, atividade genotóxica, além de afetar a atividade da acetilcolinesterase através da exposição hídrica e trófica, comprovando sua atividade neurotóxica tanto em sistema nervoso central quanto periférico.

Cabe ressaltar ainda, que o chumbo, sendo um metal não essencial, não desempenha nenhuma atividade útil no organismo humano ou dos demais seres vivos, ao contrário, mostra-se altamente tóxico. Portanto, pode-se dizer que qualquer quantidade, por menor que seja, pode ser considerada um excesso nocivo. Esta afirmativa baseia-se na escassez de dados mais detalhados quanto ao mecanismo de toxicidade de vários metais, entre eles o chumbo. Conhecendo melhor os mecanismos de ação dos contaminantes, pode-se estabelecer novos limites máximos permissíveis destes no ambiente ou mesmo suas taxas encontradas nos organismos vivos.

Sendo assim, a exemplo de outros extratos analisados anteriormente, pode-se verificar através de estudos com a população a contaminação e a intoxicação por chumbo na região, iniciado, historicamente, com a exploração do minério pelas mineradoras e continuando até os dias atuais pela presença dos rejeitos, apesar do fim das atividades de mineração.

É claro que a Política Nacional do Meio Ambiente não desempenhou corretamente uma de suas funções, pois de acordo com o art. 2º da Lei 6.938/81, ela deveria fiscalizar a mineração para que esta não prejudicasse a dignidade da vida humana. Como se pôde perceber, não somente adultos, mas também crianças entre 7 e 14 anos, vêm sofrendo com a contaminação e a intoxicação por chumbo, não exercendo nem o Estado e nem os responsáveis uma vida digna à população, direito este expresso na constituição federal.

Não apenas os órgãos de fiscalização são os responsáveis, mas também os donos das mineradoras, que não retirando os rejeitos após o uso inapropriado do solo na região, permitem a continuidade do problema. Assim, baseando-se no art. 47 do Código de Mineração, pode-se fazer com que esses responsáveis respondam pelos danos e prejuízos causados a terceiros, pois estes resultaram direta ou indiretamente, da atividade de mineração por eles desenvolvida. No mesmo sentido, pode-se aplicar o § 1º, do art. 14, da Lei nº 6.938/81, pois as pessoas da região estão expostas a uma contaminação que se iniciou a partir da negligência dos responsáveis pelas empresas de mineração. Sendo assim, pode-se agora culpar e responsabilizar os órgãos governamentais por não fazer cumprir a lei, indiciando o Estado por negligência em vários aspectos. Isto é reforçado pelo § 1º, V, do art. 225 da CF, que diz que cabe ao Poder Público controlar o emprego de substâncias que comportem risco à vida e também à qualidade de vida. Diante da contaminação recente encontrada na população do vale do rio Ribeira, verifica-se que o chumbo, substância altamente tóxica, encontra-se estocado a céu aberto, comprometendo, assim, a qualidade de vida e colocando em risco a população local.

Há ainda mais um ponto a ser abordado com relação à contaminação e aos efeitos do chumbo na região. Sabe-se, que, biologicamente, está confirmada a presença de chumbo, em valores excessivos, no sangue das crianças. No entanto, os moradores da região, conforme já foi mencionado, apresentam precárias condições de vida, como a falta de saneamento básico, a existência de moradias adequadas e a subnutrição. Isso acaba dificultando a comprovação dos efeitos tóxicos do chumbo, pois se sabe que a anemia e a dificuldade de aprendizado são alguns dos efeitos da contaminação pelo chumbo. Porém, essas características também podem estar relacionadas à subnutrição, que é bastante comum entre as crianças da região. Sendo assim, sugere-se que seja realizado um estudo específico

para determinar se as características apresentadas pelas crianças são, realmente, efeitos da contaminação por chumbo, ou apenas consequência das condições sócio-econômicas da região.

Dentro deste argumento, seria necessária uma série de estudos em diferentes linhas de raciocínio. Faz-se urgente uma análise abordando grupos semelhantes, baseando-se nas condições sócio-econômicas apresentadas acima, e comparando-os com dados obtidos na região impactada. Os dados da literatura são convincentes o bastante para suportar uma argumentação deste nível, e quanto ao fato de que alguns fatores regionais possam estar mascarando certas afirmações, enfraquecendo-as do ponto de vista de argumentação, pode-se buscar apoio científico na literatura, o que é facilmente comprovável, no que diz respeito ao efeito da exposição ao chumbo na população do Ribeira.

Haveria a necessidade de um investimento mais efetivo de diferentes órgãos do governo, envolvendo secretarias de Saúde, Meio Ambiente, Bem Estar Social, Educação e das instituições de pesquisa, que neste caso parecem ser as únicas diretamente envolvidas com a situação local.

Há, na verdade, um grande descaso por parte dos órgãos competentes que efetivamente não têm se mobilizado de forma expressiva na resolução deste problema. Esse descaso pode ser comprovado quando se considera a existência de leis que dão poder a alguns órgãos e estes não têm interesse em utilizá-lo. Tem-se, por exemplo, o § 1º do art. 14, que possibilita ao Ministério Público da União e dos Estados a proposição de ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente.

Assim, uma ação pública, apoiada em dados científicos, poderia ser um dos mecanismos que viesse a solucionar de vez a questão dos rejeitos de metais pesados do vale do Ribeira. Juridicamente, também é possível, com base no art. 1º, I, da Lei nº 7.347/85, a proposição de ações de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados ao meio ambiente, possibilitando também a defesa coletiva do meio ambiente.

5. CONCLUSÕES

Baseando-se, conjuntamente, em estudos biológicos, informações sobre a região do vale do Ribeira e legislações ambientais brasileiras, conclui-se que:

- Os dados sobre a contaminação da água da região do vale do Ribeira não podem ser utilizados como argumento jurídico. Para que isso fosse possível, seria interessante a realização de um estudo de monitoramento, determinando e quantificando os metais existentes em vários pontos do rio Ribeira;
- Os dados de contaminação do solo da região são bastante escassos, necessitando, portanto, de pesquisas sobre as características físicas, químicas e biológicas desse solo, para assim, determinar o potencial de risco que a contaminação do mesmo por chumbo oferece à região;
- O sedimento da região fornece um potencial risco de contaminação para a população humana, pois através da cadeia trófica o chumbo torna-se disponível para a mesma. Além disso, baseando-se nas definições do art. 3º, III, da Lei nº 6.938/81, o chumbo existente no sedimento, caracterizando-se como fruto da degradação e da poluição ambiental, pode ser utilizado como um forte argumento jurídico;
- A poeira contaminada por chumbo é a principal via de contaminação da população humana local e, conforme o art. 47, X e XI, do Código de Mineração e o art. 3º, VII, da Lei nº 8.876/94, caracteriza um forte argumento jurídico para a exigência das responsabilidades que são atribuídas aos donos das mineradoras;
- A contaminação dos peixes da região, por chumbo, é um risco em potencial de contaminação humana, tornando-se, com base no art. 3º, II e III, da Lei nº 6.938/81, uma conseqüência da poluição e degradação ambiental. Assim, esta fonte torna-se importante argumento jurídico, pois além de propiciar a contaminação humana, é protegido pelos arts. 23 e 225, § 1º, VII, da CF;

- A contaminação e intoxicação de crianças que vivem na região comprovam a existência de contaminação recente na região. Assim, baseando-se em leis constitucionais e infraconstitucionais, essa situação torna-se o mais importante argumento jurídico para demonstrar que a mineração causou e continua causando prejuízos para a região;
- Uma vez que constituem dados que podem ser comprovados cientificamente e de grande aceitação, as informações biológicas podem e devem ser utilizadas como base para a linguagem e argumentação jurídica, solucionando situações de conflitos.
- As responsabilidades das questões ambientais são claras ao analisar as legislações vigentes, mas sua aplicação depende de argumentos que se baseiam em uma linguagem técnica química e biológica, o que dificulta sua utilização.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. J.; MOURA, G.; PINHEIRO, T.; MACHADO, J.; COIMBRA, J. Modifications in *Crassostrea gigas* shell composition exposed to high concentrations of lead. **Aquatic Toxicology**, v. 40, p. 323-334, 1998.

BEEBY, A.; RICHMOND, L. Intraspecific competition in population of *Helix aspersa* with different histories of exposure to lead. **Environmental Pollution**, v. 114, p. 337-344, 2001.

CAMPBELL, P. G. C.; LEWIS, A. G.; CHAPMAN, P. M.; CROWDER, A. A.; FLETCHER, W. K.; IMBER, B.; LUOMA, S. N.; STOKES, P. M.; WINFREY, M. **Biologically available metals in sediments**. Canada: Universidade do Québec, 1988. 298 p.

CETESB. **Avaliação da qualidade das águas do rio Ribeira de Iguape: considerações preliminares**. São Paulo: Relatório CETESB, 1991a.

CHIARADIA, M; Gulson, B. L.; MACDONALD, K. Contamination of houses by workers occupationally exposed in a lead-zinc-copper mine and impact on blood lead concentrations in the families. **Occupational Environmental Medicine**, v. 54, p. 117-124, 1997.

CONAMA. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, p. 72-89. 30 jun., 1986.

COSTA, J. M. A. **Biomarcadores de contaminação em peixes de água doce, por exposição ao chumbo (II): ensaios laboratoriais com *Hoplias malabaricus* e *Oreochromis niloticus***. Curitiba, 2001. Dissertação de mestrado, Departamento de Biologia Celular, UFPR.

COSTA, J. M. A. **Possíveis alterações da comunidade íctica do vale do rio Ribeira (SP/PR) causadas pela exposição a metais pesados: ensaio experimental para determinação de efeitos tóxicos do chumbo em *Hoplias aff. malabaricus***. Curitiba, 1999. Projeto de mestrado, Departamento de Biologia Celular, UFPR.

DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA; SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS; GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape: relatório síntese do plano de ação**, 1998.

EWERS, U.; SCHLIPKÖTER, H. W. Lead. In: MERIAN, E. (Ed.). **Metals and their compounds in the environment: occurrence, analysis and biological relevance**. New York: VCH, 1991. p. 971-1014.

GORELL, J. M.; JOHNSON, C. C.; RYBICKI, B. A.; PETERSON, E. L.; KORTSHA, G. X.; BROWN, G. G.; RICHARDSON, R. J. Occupational exposure to manganese,

copper, lead, iron, mercury and zinc and risk of Parkinson's disease. **NeuroToxicology**, v. 20, p. 239-248, 1999.

HEIKENS, A.; PEIJNENBURG, W. J. G. M.; HENDRIKS, A. J. Bioaccumulation of heavy metals in terrestrial invertebrates. **Environmental Pollution**, v. 113, p. 385-393, 2001.

MORAES, L. C. S. **Curso de Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001. 258 p.

MORAES, R. P. **Transporte de chumbo e metais associados no Rio Ribeira de Iguape, São Paulo, Brasil**. Campinas, 1997. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, UNICAMP.

OGA, S. Toxicologia dos Metais – Chumbo. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Atheneu, 1996, p. 161-164.

PAIN, D. J. Lead in the environment. **Handbook of ecotoxicology**. Boca Raton: Lewis, 1995. p. 356-91.

PAOLIELLO, M. M. B.; CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G.; MATSUO, T.; CARVALHO, M. F.; SAKUMA, A.; FIGUEIREDO, B. R. Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil. **Environmental Research**, 88, p. 120-128, 2002.

PYATT, F. B.; PYATT, A. J.; PENTREATH, V. W. Distribution of metals and accumulation of lead by different tissues in the freshwater snail *Lymnaea stagnalis*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, n. 6, p. 1393-1395, 1997.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 419-431.

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **Programa de educação ambiental do vale do Ribeira**. 2ª edição. São Paulo: SEMA, 1992.

SUN, B.; ZHAO, F. J.; LOMBI, E.; McGRATH, S. P. Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. **Environmental Pollution**, v. 113, p. 111-120, 2001.

TAO, S.; LIU, C.; DAWSON, R.; CAO, J.; LI, B. Uptake of particulate lead via the gills of fish (*Carassius auratus*). **Environmental Contamination and Toxicology**, p. 352-356, 1999.

TREPKA, M. J.; HEINRICH, J.; KRAUSE, C.; SCHULTZ, C.; LIPPOLD, U.; MEYER, E.; WICHMANN, H. E. The internal burden of lead among children in a smelter town. **Environmental Research**, v. 72, p. 118-130, 1997.

VICENT, C. D.; LAWLOR, A. J.; TIPPING, E. Accumulation of Al, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd and Pb by the bryophyte *Scapania undulata* in three upland waters of different pH. **Environmental Pollution**, v. 114, p. 93-100, 2001.