

EXPOSIÇÃO HUMANA À CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO E ARSÊNIO NO VALE DO RIBEIRA (SP-PR)

Bernardino R. Figueiredo¹, Eduardo M. De Capitani², Leda Caira Gitahy¹

¹Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas

²Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas

Resumo

O Alto Vale do Ribeira foi palco de intensa atividade de mineração e refino de metais até 1996, quando a empresa Plumbum e as últimas minas de chumbo fecharam, deixando para trás importante passivo ambiental. Embora a contaminação ambiental por metais tenha sido diagnosticada em estudos anteriores, os níveis de exposição das populações às substâncias tóxicas eram totalmente desconhecidos. No período de 1999-2003 foram realizados estudos do meio físico e saúde humana nos quatro municípios mineiros e em Cerro Azul, localizada fora da região de mineração, escolhida como área de controle. A população amostrada incluiu crianças (7-14 anos) e adultos que se voluntariaram para a pesquisa. As comunidades residentes nas proximidades da refinaria são as que apresentam as concentrações de chumbo em sangue mais elevadas (60% de casos com níveis superiores a 10 µg/dL). As concentrações médias de arsênio em urina são inferiores ao limite de risco à saúde (40 µg/L), porém com diferenças significativas entre elas, refletindo a qualidade local dos solos e não a das águas fluviais, estas com baixas concentrações em metais. Os indicadores sócio-econômicos dos municípios estudados são apresentados em comparação as médias dos estados de São Paulo e do Paraná, na discussão dos resultados desta pesquisa.

INTRODUÇÃO

A área de estudo localiza-se no Alto Vale do Ribeira, extremo sudeste do Estado de São Paulo e nordeste do Estado do Paraná, e abarcou os municípios de Cerro Azul, Adrianópolis, Ribeira, Iporanga e Eldorado cujos dados de população são mostrados na tabela 1. Essa região abrigou várias minas de chumbo, zinco e prata, que estiveram em operação durante longos períodos do século passado, e uma refinaria, Plumbum, localizada na zona rural de Adrianópolis, ativa de 1945 a 1995.

O Vale do Ribeira é conhecida como a região que apresenta baixos indicadores de renda e desenvolvimento humano em um total de 32 municípios onde residem, aproximadamente, 500.000 habitantes. A região tem atraído a atenção de muitos pesquisadores por hospedar parte significativa dos remanescentes da Mata Atlântica, pelo fato do rio Ribeira de Iguape e afluentes constituir um importante reservatório de água doce, à meia distância das metrópoles Curitiba e São Paulo, e também pela beleza natural de suas paisagens naturais e patrimônio cultural, representado por suas comunidades ribeirinhas e litorâneas.

Vários estudos, realizados a partir da década de 1980, comprovaram inequivocamente que a bacia do Ribeira foi muito afetada pelas atividades econômicas levadas a efeito na região, em especial, pela atividade de mineração e metalúrgica do Alto Vale. Esses efeitos tornaram-se visíveis na contaminação dos sedimentos fluviais por chumbo, zinco, cobre e arsênio, e, mais episodicamente, pelo registro de elevadas concentrações de metais nas águas. Entre esses diagnósticos de qualidade ambiental citam-se Tessler *et al.* (1987), Eysink *et al.* (1988), Moraes (1997), Silva (1997) e CETESB (1991, 2000).

Porém, até a realização da presente pesquisa, nenhuma informação havia sido publicada sobre a exposição humana aos metais no Alto Vale do Ribeira. A pergunta geradora da presente pesquisa foi formulada à raiz do fechamento da refinaria Plumbum, em novembro de 1995, e conseqüente paralização das últimas minas de chumbo do Vale do Ribeira, no início de 1996. Conhecido o fato de que essa atividade industrial deixava em sua esteira um importante passivo ambiental com o qual as populações da região teriam que lidar por muito tempo, perguntava-se, que efeitos ou situações riscos haviam sido produzidos no âmbito da saúde pública, uma vez transcorridos décadas de atividade extrativa e de refino de metais não ferrosos na região?

Para a execução deste estudo foi necessário constituir uma equipe multidisciplinar envolvendo profissionais, pesquisadores e alunos de pós-graduação atuantes nas áreas de geociências, química e toxicologia ambientais. Também foi necessário obter a aprovação do projeto junto ao comitê de ética credenciado junto à Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

Os resultados obtidos neste estudo encontram-se parcialmente expostos em um livro e três teses de doutorado da Unicamp e publicados em alguns periódicos especializados e anais de congressos (Figueiredo, 2000; Paoliello *et al.*, 2001, 2002 e 2003; Takamori & Figueiredo,

2002; Cunha et al., 2003; Figueiredo et al., 2003). A partir de 2002, estes estudos ambientais e médicos passaram a ser executados, com financiamento da Fapesp (Proc. no. 2002/00271-0), por uma equipe numerosa de profissionais e estudantes da Unicamp (Instituto de Geociências e Faculdade de Ciências Médicas), Serviço Geológico do Brasil (Superintendência de São Paulo), Instituto Adolfo Lutz e Universidade Estadual de Londrina (www.ige.unicamp.br/geomed).

Neste trabalho não foram incluídos os detalhes mais específicos e especializados da pesquisa, já abordados em outros foros e publicações, em favor de um texto que avalia a importância da realização de estudos integrados na interface ambiente-saúde pública e a formação de equipes multidisciplinares, em cujo seio possa estabelecer-se a comunicação indispensável entre as ciências naturais, médicas e sociais. Este trabalho é uma contribuição ao recém-criado programa de doutorado “Ambiente e Sociedade” da Unicamp.

METODOLOGIA

A pesquisa consistiu de coleta de amostras de sangue para análise de chumbo e cádmio de uma população de 335 crianças, em idade escolar de 7 a 14 anos, e de uma população de 351 adultos, de 15 a 70 anos de idade, residentes nos municípios de Adrianópolis (zona urbana e rural), Ribeira e Iporanga (Bairro da Serra), além de da cidade de Cerro Azul, considerada área de controle, visto estar localizada rio acima e bem afastada da área das minas. Também foram coletadas amostras de urina (a primeira da manhã) de 398 crianças e 361 adultos das mesmas populações. As campanhas de amostragem concentraram-se no período de junho de 1999 a outubro de 2001, porém estas coletas continuaram até março de 2004 nos municípios de Adrianópolis, Iporanga e Eldorado. Os resultados preliminares destas últimas coletas são comentados aqui, porém os dados ainda não receberam um tratamento suficiente para publicação.

As coletas desses materiais biológicos foram acompanhadas do preenchimento de questionários contendo alguns parâmetros críticos para este tipo de pesquisa como idade, sexo, tempo de residência na comunidade, distância das minas e da refinaria, consumo alimentar e outros hábitos como fumo e bebida.

Os procedimentos de coleta de amostras e métodos analíticos utilizados estiveram de acordo com os protocolos utilizados pelo Centro de Controle de Intoxicação (CCI) da

Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp e do Instituto Adolfo Lutz e são detalhados em outras publicações aqui referidas.

Em paralelo também foram coletadas amostras de água e de sedimentos do rio Ribeira e afluentes nos mesmos municípios. Nas áreas de residência das comunidades mais próximas à refinaria Plumbum foram coletadas amostras de água de torneira (15 residências), solos superficiais, 21 amostras, a diferentes distâncias da refinaria, e 12 amostras de poeiras, retiradas do interior de algumas casas. Todos esses materiais foram coletados e analisados para metais seguindo procedimentos internacionalmente aceitos e adotados pelo Instituto de Geociências da Unicamp e Serviço Geológico do Brasil.

Não foram encontrados poços artesianos que por ventura estivessem sendo usados pelas populações, as quais, em geral, consomem água da rede de abastecimento público ou diretamente do rio e poucas nascentes. Esta pesquisa não contemplou, até o momento, a análise de certos alimentos consumidos pelas populações como ovos, leite de vaca, verduras e legumes de hortas e peixes do rio Ribeira.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Níveis de exposição humana ao chumbo e ao arsênio

As medianas das concentrações de chumbo em sangue e de arsênio em urina, tanto em crianças como em adultos, são mostrados para comparação nas tabelas 2 e 3. Optou-se pelo cálculo de medianas em vez de médias devido à existência de alguns valores muito díspares que influenciam significativamente a distribuição dos dados analíticos.

Para as crianças, obteve-se uma mediana de 7,40 µg/dL de chumbo em sangue, com uma variação de 1,8 to 37,8 µg/dL PBS. Os níveis médios de chumbo em sangue para as várias comunidades estudadas foram: 5,40 µg/dL na cidade de Ribeira; 6,06 µg /dL na zona urbana de Adrianópolis; 11,89 µg/dL nas comunidades de Vila Mota e Capelinha, situadas próximo à refinaria Plumbum, zona rural de Adrianópolis; 4,17 µg/dL na comunidade de Porto Novo, situada também na zona rural de Adrianópolis porém mais afastada da refinaria; 5,36 µg/dL no bairro da Serra, Iporanga; e 2,37 µg/dL PBS na cidade de Cerro Azul.

Esses dados revelam que o nível mais alto de exposição ao chumbo foi registrado entre as crianças residentes nas comunidades mais próximas à refinaria Plumbum em cuja área

também esteve em operação a mina de Panelas, responsável pela maior produção de minério de chumbo e zinco do Vale do Ribeira.

Essa população também apresentou o valor mais alto de PBS de toda a população estudada, 37,8 µg/dL, superando em quatro vezes o valor de 10 µg/dL PBS, considerado pelo Center of Disease Control & Prevention (CDC, 1991) e pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995) como o limite de boa saúde, principalmente em se tratando de crianças.

Também pode ser observado que o valor médio encontrado na comunidade de Cerro Azul foi 2 a 5 vezes menor que o obtido nas demais comunidades e pode ser considerado como uma boa estimativa do nível de referência regional. Isso pode estar sugerindo que toda a população residente na província mineral do Alto Ribeira foi afetada em maior ou menor grau pela atividade de mineração e metalúrgica.

Porém, as comunidades de Vila Mota e Capelinha, devido à sua localização geográfica, foram as mais afetadas pela contaminação, no caso, provocada pela atividade de refino e tratamento de minério da Plumbum. As crianças dessas comunidades foram as que apresentaram níveis de exposição mais preocupantes: cerca de 60% das amostras apresentaram concentrações de chumbo superiores a 10 µg/dL e 13% níveis superiores a 20 µg/dL PBS.

O processamento estatístico dos dados obtidos com o preenchimento dos questionários revelou que em todas as comunidades estudadas os meninos apresentaram níveis médios de chumbo em sangue superiores aos das meninas. Como os meninos são mais suscetíveis a participar de jogos e brincadeiras de rua do que as meninas, essa informação foi sugestiva de que a via de exposição ao chumbo pudesse ser o contato com poeira e solo superficial, como já observado em outras partes do mundo (WHO, 1995). Nas comunidades mais afetadas as ruas não são pavimentadas.

Outras informações extraídas dos questionários indicaram que as crianças que se alimentavam de verduras e frutas cultivadas nas suas casas apresentavam níveis de PBS mais elevados que os que declararam não consumi-los. O consumo ou não de peixe dos rios Ribeira e Betari (Iporanga), por outro lado, não influenciou significativamente os valores médios de chumbo em sangue das populações infantis estudadas.

Com respeito à população de adultos pesquisada, os níveis médios de chumbo em sangue revelados pelas diversas comunidades acompanham consistentemente as médias exibidas

pelos grupos de crianças (tabela 2). É importante observar que o chumbo tem uma residência média no sangue bastante curta, de poucas semanas, e que a sua presença em concentrações elevadas no sangue revela exposição recente. Visto que a pesquisa foi realizada alguns anos após o fechamento da indústria, os resultados revelaram que as comunidades de Vila Mota e Capelinha continuam convivendo com a contaminação.

Embora os minérios de chumbo e zinco do Vale do Ribeira e de outras regiões do mundo, de onde a Plumbum importava matéria prima para processamento em Adrianópolis, contenham pequenas quantidades de cádmio e arsênio, a presente pesquisa não encontrou níveis elevados de exposição da população a essas substâncias.

As concentrações de cádmio foram determinadas em amostras de sangue, porém mostraram-se inferiores, em todos os casos, ao limite de detecção da técnica analítica de 0,5 µg/dL CDS.

Já com respeito ao arsênio, os resultados obtidos foram bastante interessantes e são mostrados na tabela 3. Como esperado, a concentração média de arsênio em urina mais baixa foi encontrada na cidade de Cerro Azul, considerada com área de referência. A mediana mais alta foi obtida no bairro da Serra em Iporanga, mais do que o dobro do nível médio encontrado em Cerro Azul. Valores médios semelhantes foram obtidos em Adrianópolis e Ribeira, algo superiores ao da área de controle.

Arsênio em urina é um indicador de exposição recente e, segundo a legislação brasileira (Portaria 24 de 1994) o valor de referência nos locais de trabalho é de 10 µg/g creatinina e o índice biológico máximo permitido é de 50 µg/g de creatinina. Para exposição ambiental tem sido utilizado um valor de base de 40 µg/L de As em urina, acima do qual, efeitos adversos à saúde, a longo prazo, não podem ser excluídos (Matschullat et al., 2000).

Levando em consideração esses valores de referência, os níveis médios de exposição ao arsênio das populações do Alto Vale do Ribeira não podem ser considerados elevados. Porém, a diferença entre as concentrações de As obtidas em Iporanga com referência às encontradas em Cerro Azul é estatisticamente significativa. Entre outras características do grupo de amostras de Iporanga, foi visto que a concentração média de arsênio em urina dos homens foi ligeiramente superior à das mulheres, e também que a média dos indivíduos que habitualmente comem peixe e frango foi superior à média daqueles que normalmente não consomem esses alimentos.

Indicadores ambientais

Em vista desses dados de exposição humana recente ao chumbo e ao arsênio no Alto Vale do Ribeira surgem naturalmente as perguntas sobre quais são as prováveis fontes e vias de contaminação. Para responder essas perguntas vários estudos complementares de avaliação da qualidade do ambiente foram levados a efeito e continuam sendo realizados na região.

Antigos descartes de minas e depósitos de rejeitos minerais, com altas concentrações de Pb e As, encontram-se expostos nas proximidades da Plumbum e da mina do Rocha (Adrianópolis). Também é conhecido o fato de que os sedimentos do rio Ribeira apresentam concentrações de chumbo de até 175 $\mu\text{g/g}$ Pb (1999), valor inferior aos obtidos em pesquisas anteriores, mas ainda bastante elevado.

Por outro lado, as amostras filtradas de água de rio revelaram concentrações de chumbo sempre inferiores a 30 $\mu\text{g/L}$ que é o limite aceitável pela resolução CONAMA (1986).

A abundância de rochas calcárias nos terrenos que conformam a província de Pb-Zn do Alto Vale do Ribeira é responsável por manter o pH das águas superficiais acima de 8 e essa condição não favorece a liberação dos metais pesados dos sedimentos e rejeitos para as águas. Isso, somado ao fato de que as águas de torneiras também apresentaram baixos teores de chumbo, menores que 5 e até 8 $\mu\text{g/L}$, conduz à conclusão de que é bastante improvável que a via de contaminação humana por chumbo seja o consumo de água.

Uma via alternativa plausível, já observada em outras partes do mundo, poderia ser o contato com solos superficiais e poeiras contaminadas. As amostras de solo (primeiros 20 centímetros e fração granulométrica inferior a 177 μm), coletadas a várias distâncias da refinaria Plumbum, apresentaram concentrações de chumbo variando de 21 a 916 $\mu\text{g/g}$. Quanto mais próximas da refinaria, mais altos os teores de Pb nos solos. As amostras de solos, coletadas nas hortas de algumas residências, também continham chumbo em concentrações superiores ao limite de 400 $\mu\text{g/g}$ Pb, estabelecido pela Environmental Protection Agency (ASTDR, 2000) para solos residenciais. Ainda, as amostras de poeira, colhidas no interior de 10 residências, apresentaram teores de chumbo variando entre 84 e 3.268 $\mu\text{g/g}$.

Esses dados sugerem fortemente que as comunidades vizinhas da refinaria Plumbum estão convivendo com solos e poeiras contaminados. A fonte mais provável da contaminação

local dos solos é atribuída à refinaria Plumbum, de onde devem ter se originado as emissões de metal para a atmosfera, o qual foi subsequentemente depositado nos arredores da empresa, o que deve ter ocorrido durante décadas de atividade.

Com respeito ao arsênio, há a coincidência de que a comunidade do bairro da Serra, em Iporanga, onde foram obtidas as concentrações mais elevadas de As em urina, está localizada nas proximidades da mina de Furnas. Essa mina tornou-se famosa por produzir o minério de chumbo e zinco mais rico em prata do Vale do Ribeira. Mas esse minério também exibia altos teores de arsênio.

Ainda hoje podem ser vistos descartes de mina expostos às margens do ribeirão Furnas, afluente do rio Betari, que, por sua vez, deságua no Ribeira, nas proximidades de Iporanga. Historicamente, os sedimentos do rio Betari sempre apresentaram concentrações muito altas de chumbo e arsênio. Amostras de sedimento do rio Betari continham até 527 $\mu\text{g/g}$ Pb (1999) e 220 $\mu\text{g/g}$ As (1995).

Uma análise mais detalhada dos resultados de exposição ao arsênio nas várias comunidades revelou uma correlação positiva entre concentrações médias de arsênio em urina e conteúdo de arsênio em amostras de solo superficial das áreas de residência dessas populações. No bairro da Serra, uma amostra de solo superficial apresentou 77 $\mu\text{g/g}$ As, enquanto que nas demais áreas estudadas, onde os níveis de As em urina foram mais baixos, os teores de arsênio em solo foram inferiores a 8 $\mu\text{g/g}$. Mas, neste caso também o arsênio encontra-se fortemente retido nos solos e sedimentos e as condições físico-químicas do meio não são favoráveis para a liberação desse elemento para as águas.

Contexto sócio-econômico

Os estudos integrados sobre qualidade do ambiente e saúde pública, aqui relatados, dizem respeito a uma região, o Vale do Ribeira, tida como uma das mais pobres do sul do Brasil. Os diferentes indicadores sociais, como nível de renda, emprego, investimentos industriais, educação, mortalidade infantil e saúde pública, convergem para a caracterização da região como a menos desenvolvida do Estado de São Paulo, embora apresente maior dinamismo econômico em algumas áreas mais vocacionadas para agricultura de banana, comércio e turismo.

Na tabela 1 são mostrados além dos dados populacionais também os índices de

desenvolvimento humano (idh) de 1991 e 2000, calculados para os municípios que foram objeto do presente estudo, de acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil, elaborado pelo PNUD. O idh combina indicadores de renda, longevidade e educação dos diferentes municípios. Para comparação, são mostrados também os índices médios dos estados de São Paulo e Paraná, e do Vale do Ribeira como um todo (32 municípios).

Observa-se que os índices médios de desenvolvimento humano do Vale do Ribeira são bem inferiores às médias do Estado de São Paulo e que os índices dos municípios estudados são ainda mais baixos que a média da região.

CONCLUSÕES

O presente estudo revelou que, embora as atividades de mineração e metalurgia tenham cessado em 1996, as populações do Alto Vale do Ribeira ainda convivem com várias fontes de contaminação ambiental, em especial de chumbo e arsênio, tipicamente originadas da atividade de extração, beneficiamento e refino mineral. Os maiores níveis de exposição humana ao chumbo ocorrem nas comunidades de Vila Mota e Capelinha, município de Adrianópolis (PR). O fator mais importante, associado a essa exposição, é a proximidade dessas vilas à antiga refinaria da Plumbum. Os estudos de qualidade ambiental confirmam a atividade industrial de refino e mineração como a fonte principal de poluição. As emissões de metais para atmosfera durante décadas de funcionamento da refinaria e subsequente deposição dos particulados foram responsáveis pela contaminação dos solos em áreas habitadas por essas populações.

Os maiores níveis de exposição ao arsênio ocorrem no bairro da Serra, município de Iporanga (SP) e se correlacionam também com a presença desse elemento nos solos. O fator localização geográfica também aqui revelou ser importante, visto que o bairro da Serra está situado nas proximidades da mina de Furnas, cujos descartes, muito ricos em metais e arsênio, são responsáveis pelas altas concentrações desses elementos nos sedimentos do rio Betari que percorre o bairro da Serra.

Tanto em Adrianópolis como em Iporanga é bastante improvável que a via de contaminação humana seja o consumo de água. Porém, a qualidade de certos alimentos, como ovos, frangos, leite de vaca, verduras, legumes e peixes, não foi testada, durante o presente estudo.

A atividade de mineração e produção de metais no Alto Vale do Ribeira não foi capaz de promover o desenvolvimento econômico dos municípios e o progresso do nível de renda e qualidade de vida das populações locais, as quais apresentam os índices de desenvolvimento humano mais baixos de todo o Vale do Ribeira, reconhecidamente uma das regiões mais pobres do sul do país.

Não obstante, este estudo assinala claramente que essas populações hoje convivem com passivos ambientais e que algumas comunidades encontram-se expostas a substâncias nocivas a saúde, merecendo portanto ser assistidas pelas autoridades de saúde locais e estaduais bem como pelos órgãos ambientais dos estados de São Paulo e Paraná.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam a sua gratidão a um grupo numeroso de pessoas que durante esses anos têm colaborado com a realização desta pesquisa. Em especial às Prefeituras, autoridades de saúde, diretores e professores das escolas dos municípios visitados, bem como aos pais e crianças que se voluntariaram para esta pesquisa. Aos vários pesquisadores, estudantes e técnicos da Unicamp e Universidade Estadual de Londrina, profissionais do Serviço Geológico do Brasil e do Instituto Adolfo Lutz, que estiveram e continuam participando destes estudos no Vale do Ribeira, os mais sinceros agradecimentos. Estes estudos receberam apoio financeiro de várias agências e empresas, em especial da Fapesp, Procs. nos. 1996/7839-9 e 2002/00271-0.

REFERÊNCIAS

- ATSDR, 2000. Agency for Toxic of Health and Human Services. Case Studies in Environmental Medicine. Lead Toxicity. 55p. (www.atsdr.cdc.gov)
- CDC, 1991. Centers for Disease Control & Prevention. U.S. Department of Health and Human Services. Preventing lead poisoning in young children. Atlanta, U.S. Government Printing Office.
- CETESB, 1991. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Série Relatórios, São Paulo, Brasil.

- CETESB, 2000. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Avaliação da qualidade do rio Ribeira de Iguape e afluentes, CETESB, São Paulo, Brasil.
- CONAMA, 1986. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº20. D.O.U. de 30/06/1986, Brasília, 72-89.
- Cunha, F.C.; Paoliello, M.M.B.; Figueiredo, B.R.; Capitani, E.M. 2003 Contaminação humana e ambiental por chumbo em Adrianópolis, no Alto Vale do Ribeira, no Estado do Paraná, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, IX, SBGq, Belém, PA, Livro de Resumos Expandidos, p. 68-70.
- Eysink,G.G.J., Pádua,H.B., Piva-Bertoletti,A.E., Martins,M.C., Pereira,D.N., 1988. Metais pesados no Vale do Ribeira e Iguape-Cananéia. Ambiente: Rev. CETESB de Tecnologia, São Paulo, Brasil, 2 (1), 6-13.
- Figueiredo, B.R. 2000. Minérios e Ambiente, PADCT/GTM-CNPq, Editora da Unicamp, Campinas, 401 p.
- Figueiredo, B.R.; Cunha, F.G.; Paoliello, M.M.B.; Capitani, E.M.; Sakuma, A.; Enzweiler, J. 2003. Environment and human exposure to lead, cadmium and arsenic in the Roberia Valley, southeastern Brazil. In: International Symposium on Environmental Geochemistry, 6th, Edinburgh, Scotland, Book of Abstracts, p: 49.
- Moraes,R.P., 1997. Transporte de chumbo e metais associados no rio Ribeira de Iguape, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas.
- Paoliello, M.M.B.; Capitani, E.M.; Cunha, F.G.; Carvalho, M.F.; Matsuo, T.; Sakuma, A.; Figueiredo, B.R. 2003. Determinants of blood lead levels in na adult population from a mining area in Brazil, Journal de Physique IV, vol. 107, p: 127-130.
- Paoliello, M.M.B.; Capitani, E.M.; Cunha, F.G.; Matsuo, T.; Carvalho, M.F.; Sakuma, A.; Figueiredo, B.R. 2002. Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil, Environmental Research, Section A 88, p: 120-128.
- Paoliello, M.M.B.; Capitani, E.M.; Cunha, F.G.; Matsuo, T.; Carvalho, M.F.; Sakuma, A.; Figueiredo, B.R. 2001 Evaluation of children exposed to lead and cadmium in a mining area of Brazil. In: International Congress of Toxicology, IX, Bisbane, Australia, Toxicology, vol. 164, nos. 1-3, Special Issue, Abstracts, p: 74-75.

- Silva, R.H.P. 1997 Geoquímica e Impacto Ambiental do Arsênio no Vale do Ribeira (SP-PR), Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas.
- Takamori, A.Y.; Figueiredo, B.R. Monitoramento da qualidade de água do rio Ribeira de Iguape para arsênio e metais pesados. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 41th, João Pessoa, PB, Brasil, Anais, 2002, p: 255.
- Tessler, G.M., Suguio, K., Robilotta, P.R., 1987. Teores de alguns elementos traço metálicos em sedimentos pelíticos da superfície de fundo da região Lagunar Cananéia-Iguape. Simpósio Sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Cananéia, v.2, São Paulo, 255-263.
- WHO 1995. Environmental Health Criteria 165. Inorganic Lead, World Health Organization, Geneva.

Tabela 1. População e índices de desenvolvimento humano – Alto Vale do Ribeira

Município/Estado	População (2000)	IDH médio (1991)	IDH médio (2000)
Adrianópolis (PR)	7.007	0,613	0,683
Cerro Azul (PR)	16.352	0,568	0,684
Ribeira (SP)	3.507	0,623	0,678
Iporanga (SP)	4.562	0,632	0,693
Eldorado (SP)	14.134	0,683	0,733
Estado do Paraná	9.563.458	0,711	0,787
Estado de São Paulo	37.032.403	0,778	0,820
Vale do Ribeira	(500.000)	0,727	0,799

Fontes: IBGE e PNUD

Tabela 2. Concentrações de chumbo em sangue (PBS) – Alto Vale do Ribeira

Município/Comunidade	Crianças		Adultos	
	número de casos	mediana ug/dL	número de casos	mediana ug/dL
Ribeira (área urbana)	40	5.40	47	3.82
Adrianópolis (área urbana)	67	6.06	49	4.36
Adrianópolis (Vila Mota e Capelinha)	94	11.89	101	11.10
Adrianópolis (Porto Novo)	51	4.17	55	4.42
Iporanga (bairro da Serra)	43	5.36	59	3.46
Cerro Azul (área urbana)	40	2.37	40	2.15
Total	335		351	

Tabela 3. Concentrações de arsênio em urina – Alto Vale do Ribeira

Município/Comunidade	Crianças		Adultos	
	número de casos	mediana ug/L	número de casos	mediana ug/L
2 - Ribeira and Adrianópolis (áreas urbanas)	129	6.30	37	5.22
3 - Adrianópolis (Vila Mota, Capelinha e Porto Novo)	107	6.40	155	5.10
4 - Iporanga (bairro da Serra)	89	8.94	86	8.54
1 - Cerro Azul (área urbana)	73	3.60	83	3.87
Total	398		361	