

Raquel Henrique

**CONTAMINAÇÃO NA CIDADE DE CAÇAPAVA, SP:
exposição ao risco e investigação confirmatória.**



Presidente Prudente

2012

Raquel Henrique

**CONTAMINAÇÃO NA CIDADE DE CAÇAPAVA, SP:
exposição ao risco e investigação confirmatória**

MONOGRAFIA APRESENTADA AO
CONSELHO DE CURSO DE
GEOGRAFIA DA UNESP, CAMPUS
DE PRESIDENTE PRUDENTE.

Orientador: Prof. Dr. Raul Borges Guimarães

PRESIDENTE PRUDENTE

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Henrique, Raquel.

H448c Contaminação na cidade de Caçapava, SP : exposição ao risco e
investigação confirmatória / Raquel Henrique. - Presidente Prudente : [s.n],
ano 2012.

116f.

Orientador: Raul Borges Guimarães

Trabalho de conclusão (bacharelado - Geografia) - Universidade
Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Inclui bibliografia

1. Geografia da saúde. 2. Contaminação por metais pesados. 3.
Intoxicação por chumbo. I. Guimarães, Raul Borges. II. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Contaminação na cidade de
Caçapava, SP : exposição ao risco e investigação confirmatória.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº. Drº. Raul Borges Guimarães
(Orientador)

Msc. Adeir Archanjo da Mota
(FCT/UNESP)

Msc. Baltazar Casagrande
(FCT/UNESP)

Raquel Henrique

RESULTADO: _____

“E aqueles que foram vistos dançando foram julgados insanos por aqueles que
não podiam ouvir a música.”
Friedrich Nietzsche

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha família e aos meus amigos.

Dedico também a minha cidade Caçapava e a todos os seus cidadãos. Espero que este estudo contribua para chamar a atenção para os casos de contaminação que vem ocorrendo nesta cidade, na esperança de que ações de planejamento ambiental possam ser empregadas em busca de obter-se um ambiente mais saudável.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus a vida e a oportunidade de ter concluído o bacharel nesta Universidade. Iniciei este curso cheia de expectativas um pouco turvas, e finalizo ainda com essas expectativas turvas sobre a vida profissional, mas agora dotada de um conhecimento que me imprime a certeza de que posso contribuir para a construção de um futuro melhor com a Geografia.

Agradeço a minha família que sempre se esforçou para eu pudesse ter acesso a melhor educação desde pequena.

Agradeço aos meus professores pela pretensão de me mostrar o mundo a partir do ensino e, sobretudo ao meu orientador, por acreditar que este trabalho poderia ser útil a uma necessidade social e quem sabe início de uma ação transformadora.

Agradeço também ao Comitê de Águas de Caçapava, pelo fornecimento de informações necessárias para este trabalho.

Agradeço aos amigos que de modo direto ou indireto contribuíram para esta elaboração.

Agradeço também aos cidadãos caçapavenses que contribuíram com o relato de histórias a cerca do objeto estudado.

RESUMO

A Geografia da Saúde é um eixo temático dentro da ciência geográfica preocupada com as questões pertinentes à saúde ambiental e a saúde do coletivo. As contribuições dos geógrafos para o estudo da Saúde tem sido de grande valia, indo para além da análise espacial das práticas em saúde como também investigando e analisando os fatores determinantes ao risco a saúde e, inversamente, ao bem estar-estar do social e ambiental. Dentro deste contexto, esta monografia se propõe a uma investigação confirmatória a cerca de uma contaminação ao meio ambiente por metais pesados, neste caso, a contaminação por chumbo por uma extinta fábrica de lingotes de chumbo situada no município de Caçapava, SP. O chumbo é um metal que não possui função fisiológica conhecida ao corpo humano. Devido a características físicas e químicas favoráveis, esse metal foi largamente explorado pelo setor industrial e hoje, no mundo todo, temos exemplos de casos de contaminação tanto da população e do ambiente, por ser altamente tóxico. Caçapava possui mais um infeliz exemplo de contaminação ambiental por metais pesados, decorrente de uma fábrica que produzia o chumbo secundário e que atualmente está fechada por ordem judicial, abandonada e com toneladas de escória de chumbo armazenada de modo irregular, fato que está colaborando para uma contaminação residual naquele ambiente. A fábrica está localizada em área periurbana, de uso e ocupação do solo predominantemente rural, entre dois bairros de população expressiva para o município, fatos que tornam uma investigação confirmatória de extrema relevância, uma vez que a necessidade em se conhecer os teores de contaminação de água e solo para posteriormente haver possibilidade em se propor uma delimitação da área de risco. Portanto, este trabalho realizou a discussão teoria necessária para o conhecimento sobre a influência do chumbo no meio ambiente e para a saúde pública, e como forma de confirmar a contaminação, quatro análises de solo e uma de água. Das quatro análises de solo realizada a partir da coleta em pontos distintos dentro da propriedade da fábrica, três apresentaram valores acima aos parâmetros de controle utilizados, Resolução CONAMA 420/2009, sendo que o maior valor verificado foi 344% acima do valor limite máximo. Já a amostra de água, de acordo com parâmetros expostos pela mesma resolução, apresentou-se 560 vezes superior ao limite máximo permitido. Esses valores comprovaram que há a contaminação naquele meio ambiente por chumbo e que medidas de mitigação devem ser adotadas com relativa urgência naquele local. Este trabalho propôs-se, como já mencionado, a realizar a investigação confirmatória da contaminação nesta específica situação e realizar uma pesquisa teórica a cerca do chumbo e sua relação com o meio ambiente e o homem. Espera-se que este trabalho sirva como suporte para uma possível e necessária delimitação da área de risco e da identificação de quais níveis da cadeia alimentar esse metal possa estar atingindo.

Palavras chaves: Geografia da Saúde, contaminação por metais pesados, chumbo, risco e perigo.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Produção nacional de chumbo secundário em toneladas.....	26
Quadro 2: Histórico da bateria automotiva.....	29
Quadro 3: Fontes de emissão mundial do chumbo para ambiente aquático, 1995.....	36
Quadro 4: Emissão mundial de chumbo no solo, provenientes de várias fontes, 1983.....	40
Quadro 5: Limites máximos de tolerância para o chumbo em alimentos.....	44
Quadro 6: Principais fontes ocupacionais e não-ocupacionais de contaminação individual por composto a base de chumbo.....	45
Quadro 7: Resultados analíticos das amostras.....	70
Quadro 8: Interpretação da concentração de chumbo encontrado no sangue de crianças.....	78
Quadro 9: Sintomas e sinais frequentes decorrentes da intoxicação por chumbo, segundo a gravidade da intoxicação.....	89
Quadro 10: Classificação da sintomatologia de acordo com a evolução da doença.....	89
Quadro 11: Agente de risco e respectivas doenças correlacionadas.....	90
Tabela 1: Propriedades físicas e químicas do chumbo.....	21
Tabela 2: Produção anual estimada de baterias de chumbo para automóveis.....	30
Tabela 3: Padrões e valores orientadores, CETESB 2012.....	41
Tabela 4: Tipo de ocorrência de chumbo, fórmula química e produto de solubilidade dos minerais e a biodisponibilidade.....	42

Tabela 5: Níveis representativos de chumbo em alimentos.....	43
Tabela 6: Concentração de chumbo em artigos escolares amostrados aleatoriamente no comércio.....	46
Tabela 7: Concentração de chumbo no sangue, de acordo com algumas agências regulamentadoras.....	79
Tabela 8: Níveis médio de chumbo no sangue em crianças residentes próximas a fonte de emissão do metal.....	57

LISTA DE FIGURAS E FOTOS

Figura 1: Bateria chumbo ácido.....	30
Figura 2: Fluxograma do processo industrial da reciclagem de bateria automotiva.....	31
Figura 3: Principais reações de metais no solo para definição do teor total.....	38
Figura 4: Esquema da relação do chumbo e o corpo humano.....	62
Figura 21: Estruturas da Faé em ruínas.....	91
Figura 22: Tanques cheio de água parada.....	91
Foto 1: Indústria Faé com depósito a de escória de chumbo “céu aberto”.....	59
Foto 2: Animais pastando nas localidades da fábrica Faé.....	61
Foto 3: Vista do entorno da fábrica.....	62
Foto 4: Escória de chumbo e entulho no interior da fabrica.....	63
Foto 5: Estrutura de concreto.....	63
Foto 6: Entrada da fábrica Faé.....	64
Foto 7: Estruturas da Faé em ruínas.....	65
Foto 8: Tanques cheio de água parada.....	65
Fotos 9 e 10: Local de retirada das amostras 1 e 2, respectivamente.....	69
Fotos 11 e 12: Local de retirada das amostras 3 e 4, respectivamente.....	69
Foto 13: Local de retirada da amostra 5.....	69

LISTA DE GRÁFICOS E MAPAS

Gráfico 1: Resultados analíticos de chumbo nas amostras de solo.....	71
Gráficos 2 e 3: Parâmetro analíticos para a amostra de água e Resultado analítico de chumbo na amostra de água, respectivamente.....	73
Mapa 1: Localização do município de Caçapava – SP.....	57
Mapa 2: Localização da fábrica Faé, Caçapava – SP.....	60

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

CETESB: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental.

MME: Ministério de Minas e Energia.

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

COSEMA: Conselho Estadual do Meio Ambiente.

WHO: World Health Organization.

USEPA: United States Environmental Protection Agency.

Pb: chumbo.

$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$: chumbo tetraetila.

$\text{C}_4 \text{H}_{12} \text{Pb}$: chumbo tetrametila.

PbO : óxido de chumbo.

PbO_2 : dióxido de chumbo.

Pb_3O_4 :tetraóxido de chumbo.

PbTiO_3 : titanato de chumbo.

PbZrO_3 : zirconato de chumbo.

PbS : galena.

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$: nitrato de chumbo.

PbCrO_4 : cromato de chumbo.

PbSO_4 : sulfato de chumbo.

PVC: cloreto de polivinila.

SUMÁRIO

Lista de Quadros e Tabelas.....	IX
Lista de Quadros Lista de Figuras e Fotos.....	XI
Lista de Gráficos e Mapas.....	XII
Lista de Siglas e Símbolos.....	XIII
RESUMO.....	VIII
INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO 1 – O IMPACTO DO CHUMBO PARA A SAÚDE AMBIENTAL...18	
1.1 Propriedades e tipos de chumbo.....	20
1.2 Ocorrência na natureza e produção mineral nacional.....	23
1.3 Principais usos do chumbo.....	27
1.3.1 A evolução, a produção e a reciclagem de baterias automotivas.....	29
1.4 Chumbo como contaminante ambiental.....	32
1.4.1 A emissão de particulado de chumbo no ar.....	33
1.4.2 Contaminação da água por particulado de chumbo, lançamento de esgoto e material particulado contaminado por chumbo.....	35
1.4.3 Contaminação do solo por chumbo.....	37
1.4.4 Outras fontes de exposição.....	43
1.4.5 Exposição Ocupacional.....	47
CAPÍTULO 2 – CONTAMINAÇÃO POR UMA INDÚSTRIA DE BATERIA AUTOMOTIVA EM CAÇAPAVA, SP.....	50
2.1 Conceito de risco, perigo e contaminação.....	51
2.2 O caso do estudo.....	55

2.2.1 A cidade de Caçapava.....	55
2.2.2 O caso da Extinta FAÉ.....	58
2.3 Resultados e discussões.....	68
CAPÍTULO 3 - O IMPACTO DO CHUMBO PARA A SAÚDE PÚBLICA.....	75
3.1. Níveis de chumbo no sangue.....	76
3.2 Toxicologia.....	79
3.2.1 Absorção.....	79
3.2.2 Distribuição.....	82
3.2.3 Exceção.....	84
3.2.4 Intoxicação.....	85
3.3 Pesquisas sobre contaminação por chumbo.....	90
3.3.1 Contaminação no Vale do Ribeira SP-PR.....	90
3.3.2. Contaminação no entorno de uma fábrica de bateria automotiva em Bauru, SP.....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	99
ANEXOS.....	114

INTRODUÇÃO

Este trabalho de conclusão de curso surgiu da necessidade em se investigar uma situação problemática de contaminação por metais pesados no município de Caçapava – SP, situado no médio Vale do Paraíba. Segundo Paollielo (2002), no Brasil podem ser encontradas elevadas concentrações de chumbo ao entorno das indústrias de atividade de exploração do chumbo ou de reciclagem de baterias automotivas. Mesmo com todos os indicadores e estudos de impactos ambientais que associam a contaminação deste setor produtivo no desequilíbrio da saúde, ainda existem poucos estudos geográficos que analisem este aspecto poluidor.

Diante disto, a Geografia da Saúde vem acumulando experiências interessantes no entendimento da distribuição e análise espacial de determinadas doenças e suas conexões com outros indicadores. E, sob essa perspectiva, o estudo geográfico da contaminação (ar, água e solo) exige um esforço em discutir, desenvolver metodologias e agir em prol de um ambiente mais saudável e de boas condições de saúde para o coletivo (PEREIRA, 2010).

A fábrica em análise está localizada em área periurbana de Caçapava, próximo a um bairro de expressiva população. A característica da área é rural, circundada por um grande número de nascentes, de uso predominante agrícola, com hortifruti-grangeiro e pecuária de leite. Características que são preocupantes, pois nas instalações da fábrica encontram-se resíduos químicos armazenados de maneira irregular, apresentando-se como um risco potencial à saúde das pessoas que residem ao entorno. Análises ambientais no período de funcionamento da fábrica, aplicadas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) já apontavam a área do entorno da fábrica com alto teor de chumbo no solo.

O presente trabalho propõe de modo mais abrangente, uma maior compreensão acerca do perigo e riscos de uma contaminação por chumbo a saúde ambiental e, por fim com enfoque a área de estudo, uma investigação confirmatória sobre o caso proposto, testando a hipótese de que atualmente está ocorrendo a contaminação ambiental por chumbo.

Para apresentar estes resultados, a presente monografia foi dividida em 3 capítulos. No capítulo 1, foi elaborada uma visão de conjunto das principais características do chumbo e seu impacto no ambiente, atentando para as principais fontes de exposição humana ao metal. No capítulo 2 traz uma análise do caso em estudo, com uma apresentação sobre o município de Caçapava e a extinta fábrica Faé. Este capítulo realiza uma breve discussão teórica sobre os conceitos de risco e perigo, abordando também o trabalho de campo e as coletas das amostras de solo e água e apresenta os resultados obtidos. No capítulo 3, após apresentado a possibilidade de contaminação ao ser humano nos capítulos anteriores, aborda-se os níveis de tolerância de metal no sangue humano, os modos de absorção, distribuição e excreção do Pb no organismo humano e suas principais implicações para a saúde pública. Este capítulo aborda, por fim, exemplos de estudo sobre a contaminação por chumbo no país. Seguem-se, então, as considerações finais com uma análise do trabalho e apontamentos para uma próxima etapa da pesquisa.

CAPÍTULO 1 – O IMPACTO DO CHUMBO PARA SAÚDE AMBIENTAL

De acordo com Sadao (2002) o chumbo foi um dos primeiros metais que o homem aprendeu a usar, a cerca de 4.000 a.C., por isto possui um longo histórico de intoxicação e contaminação.

Este metal foi amplamente utilizado, segundo Brasil (2009 b), pelos antigos egípcios, há mais de 8 mil anos. Também foram identificados o uso do metal nos assoalhos e como solda para ganchos de ferros nas pontes dos Jardins Suspensos da Babilônia.

Devido suas propriedades físicas e químicas o metal tornou-se rapidamente um elemento presente no processo fabril, com destaque a partir da Revolução Industrial, tendo como consequência sua mineração em larga escala. Logo, tornou-se componente crucial para o setor automobilístico, presente nas baterias que, até hoje, é o seu principal produto. Com aplicação diversificada, até tempos atrás era utilizado na confecção de tubulação para água, revestimentos de cabos diversos, chapas para pias, tintas, vidros, projéteis bélicos, combustíveis, restos de materiais de joalheiros, lentes ópticas, tubos de pasta de dentes, cigarros, alimentos enlatados, entre outros (AMARAL, 2005).

Como resultado a essa ampla utilização neste período de tempo, foram vários os problemas ocorridos, como consequência da contaminação por chumbo. Contudo, a causa e os sintomas só foram identificados depois de muitas perdas. Hipócrates foi o primeiro a relacionar a intoxicação à causa, ficando esquecido este tema por um tempo, sendo resgatado mais tarde por Paracelso no século XVI, descrevendo a doença como “a doença dos mineiros” (SADAO, 2002).

O estudo realizado por Tanquerel (1839) descreve a intoxicação por chumbo com base em 1200 casos, relatando de modo completo os sinais e sintomas da intoxicação, que se tornou referência no estudo no qual até hoje pouco foram acrescentado sobre a intoxicação pelo metal (WILLIAMS, 2000 apud SIMÕES, 2009; MALTA, TRIGO, CUNHA, 1998 apud AMARAL, 2005).

A partir do conhecimento de que o chumbo faz mal a saúde do homem, seu uso vem sendo diminuído e produtos que antes poderiam conter o metal

em sua composição, hoje é substituído por outro elemento. Seu maior uso, atualmente, é em torno de processos industriais, com grande destaque para a produção de acumuladores elétricos (SILVEIRA, 1991 apud SIMÕES, 2009).

Neste capítulo irá se abordar desde a propriedade deste metal, como sua exploração e produção para se tratar da exposição a este metal e seu impacto na saúde humana.

1.1 Propriedades e tipos de chumbo

Este metal, de nome químico chumbo, tem fórmula molecular Pb e massa atômica igual a 207,2 u. Segundo a tabela periódica de IUPAC (2011) é classificado como metal representativo, o qual pertence à família do carbono, grupo 14 e período 6. Em associação com outros elementos pode originar compostos como: sulfato de chumbo, arsenato de chumbo, dióxido de chumbo, chumbo tetraetila, chumbo tetrametila e entre outros (CORDEIRO FILHO, 1995)

Segundo Paoliello e Chasin (2001), o chumbo é um metal muito pesado, porém muito maleável e é resistente muito mais a corrosão do que a maioria dos metais. Apresenta coloração branco-azulada em forma sólida ou acinzentada quando exposto ao ar.

A tabela 1 apresenta as propriedades físicas e químicas do chumbo de modo mais completo:

Tabela 1: Propriedades físicas e químicas do chumbo.

<i>Propriedade</i>	<i>Valor ou Característica</i>
Peso atômico	207,2 g
Ponto de fusão	600 K
Ponto de ebulição	2043 K
Gravidade Específica	
20 °C (293 K)	$1,135 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$
327 °C Sólido (600 K)	$1,1 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$
327 °C Líquido (600 K)	$1,067 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$
Calor específico	130 J/(kg.K)
Calor latente de fusão	$2,5 \times 10^4 \text{ J/kg}$
Calor latente de vaporização	$8,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$
Pressão de vapor	
980 °C	$1,33 \times 10^2 \text{ Pa}$
1160 °C	$1,33 \times 10^3 \text{ Pa}$
1420 °C	$1,333 \times 10^4 \text{ Pa}$
1500 °C	$2,67 \times 10^4 \text{ Pa}$
1600 °C	$5,33 \times 10^4 \text{ Pa}$
Condutividade térmica	
28 °C	34,7 W/(m.K)
100 °C	33,0 W/(m.K)
327 °C	30,5 W/(m.K)
327 °C	24,6 W/(m.K)
Coefficiente de expansão linear, a 20 °C	$1,0659 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$
Tensão de superfície a 360 °C	442 N/m
Solubilidade em água	Insolúvel
Solubilidade em ácidos inorgânicos	Pouco solúvel
Solubilidade em ácidos orgânicos	Solúvel

Fonte: Perry e Chilton (1980) apud Machado (2002)

A EPA, Environmental Protection Agency (1998), apud Machado (2002) classifica as formas combinadas de chumbo em quatro grupos:

Chumbo orgânico:

Caracterizado por pelo menos uma ligação de carbono-chumbo. Os mais comuns são o chumbo tetraetila $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$, e o chumbo tetrametila $\text{C}_4 \text{H}_{12} \text{Pb}$.

Óxido de Chumbo:

Grupo composto pelo monóxido de chumbo (litargírio) PbO ; dióxido de chumbo, PbO_2 ; tetraóxido de chumbo, Pb_3O_4 (mínio ou chumbo vermelho); titanato de chumbo, PbTiO_3 ; e zirconato de chumbo, PbZrO_3 como os mais importantes.

O litargírio (PbO) obtém-se aquecendo chumbo ao ar, podendo-se então obtê-lo em pó amarelo ou sob forma cristalina vermelha-amarelada. É empregado na fabricação de vidro e na preparação de outros compostos (PAULING, 1966). Empregado também na produção de cerâmica, como ativador de borracha, produção de alguns sabões que utilizam de estearato de chumbo, como acelerador de secagem para pinturas e estabilizadores para plásticos.

O PbO_2 é um pó castanho escuro, de propriedade oxidante, usado como pigmentos em tinturas e componente em fogos de artifícios.

Para se obter chumbo vermelho Pb_3O_4 , aquece-se o chumbo à presença de oxigênio. Este é empregado também na fabricação de vidro e de tintas vermelhas que protegem estruturas de ferro e aço (PAULING, 1966). Também conhecido como zarcão ganha uso na proteção de materiais a radiação.

A mistura de PbTiO_3 e PbZrO_3 utilizada em hidrofones e instrumentos afins por adquirir uma propriedade que o torna transdutor de radiação acústica.

Sulfetos de chumbo

O PbS é um mineral preto e opaco de boa condutividade térmica, usados em células fotoelétricas e detectores de radiação infravermelha.

Sais de Chumbo

Formado uma grande variação de combinações, possuem pouca solubilidade em água, com exceção do nitrato e do clorato.

O nitrato de chumbo, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, é uma substância branca cristalina, através da dissolução de monóxido de chumbo ou carbonato de chumbo (que ocorre na natureza sob forma do mineral cerusita) em ácido nítrico. Este sal básico chamado chumbo branco é empregado como pigmento em tintas (PAULING, 1966).

O cromato de chumbo, PbCrO_4 é também usado como pigmento para sinalização de ruas, nomeado de amarelo de cromo (PAULING, 1966).

O sulfato de chumbo, PbSO_4 , uma substância branca, é pouco solúvel. Sua precipitação é usada como teste para o íon de chumbo ou íon de sulfato em química analítica (PAULING, 1966). Também pode ser adicionado ao PVC para promover estabilidade.

Existem duas denominações para a obtenção do chumbo puro, sendo estes o chumbo primário e o chumbo secundário.

Chama-se chumbo primário a obtenção do metal através da mineração de minérios a exemplo da galena. Este mineral após o processo de britagem será submetido a outros procedimentos que irão extrair do minério os metais, dentre estes o chumbo. Ao final do processo de extração o Pb está disponível para ser beneficiado na forma de outros produtos, a exemplo da confecção de baterias automotivas.

A outra forma de obtenção do mineral puro é através da reciclagem dos produtos elaborados a partir do metal, sendo seu resultado denominado chumbo secundário. Hoje, a maior fonte de obtenção de chumbo secundário é a partir da reciclagem de baterias chumbo-ácido. Este metal será melhor detalhado a seguir.

1.2 Ocorrência na natureza e produção mineral nacional

O chumbo é considerado um metal abundante na crosta terrestre, com suas maiores fontes naturais em: emissões vulcânicas, intemperismo

geoquímico, névoas aquáticas e fontes geológicas em rochas ígneas e metamórficas (WHO, 1995 apud PAOLIELLO & CHASIN, 2001; QUITÉRIO, 2001). Seu mineral mais importante é a galena, concentrando 86,6% do chumbo, da qual este é extraído industrialmente (RUSSELL, 1994). Pode ser encontrado também em combinação com a cerussita, a piromorfita, a vanadinita, a crocoíta e a wulfenita.

A galena, PbS, pode aparecer associada a prata, zinco, cobre, ouro, arsênio e antimônio, podendo ser encontrada em forma de veio em sequências vulcânicas ou associadas a rochas calcárias (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2009a).

Para o solo, são considerados naturais os níveis de chumbo no intervalo de 10-70 mg/kg (GLOBAL ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM, 1985 apud WHO, 1995 apud PAOLIELLO & CHASIN, 2001). Em águas superficiais, estima-se a concentração natural em 0,02 mg/L (FLEGAL et al., 1987 apud Who, 1995 apud PAOLIELLO & CHASIN, 2001).

No Brasil, segundo Cassedanne (1972) apud Maranhão (1983) em análises a carta geológica brasileira sobre a ocorrência de jazida de chumbo e zinco no país, verificou um alinhamento geral NNE-SSW, com largura na ordem de 300 Km na qual estão contidas as jazidas brasileiras com reservas superiores a 100.000 toneladas de minério e mais de 95% de toda ocorrência nacional. Porém essas reservas não se encontram em condições adequadas para a extração do chumbo primário.

Este alinhamento de mineralizações coincide com um velho acidente estrutural, a geoclasse São Franciscana, caracterizada por uma forte instabilidade, especialmente clara na região de Januária-Itacarambi (MG), na qual foram constatados dobramentos tardes e pós- Eocambriano e uma silicificação secundária posterior à reativação Wealdeniana (CASSEDANNE, 1972 apud MARANHÃO, 1983).

Segundo o Balanço Mineral Brasileiro (2001), realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (MME) para estudar sobre a economia das principais substâncias minerais produzidas no Brasil na série

histórica de 1988 a 2000, as reservas nacionais de Pb atingiam 985 mil toneladas em 2000, crescendo na ordem de 283% em relação a 1988, que totalizava 348 mil toneladas de chumbo. Deste total, o estado de Minas Gerais correspondia a 42,30% com 307 mil toneladas, seguido pelo Rio Grande do Sul com 225 mil toneladas, Paraná com 201 mil toneladas e entre outros. Contudo, o país não possui jazidas de chumbo que contenham teor, quantidade e qualidade do minério para exploração.

Ainda de acordo com o Balanço Mineral Brasileiro (2001), esse total de 985 mil toneladas nacional representava 0,7 % das reservas mundiais, que em 2000 era aproximadamente 134 milhões de toneladas do mineral. Sendo os maiores produtores do mundo Austrália (17 milhões de toneladas), China (9 milhões de toneladas) e Estados Unidos (6,5 milhões de toneladas), ambos em 2000. As jazidas de chumbo, segundo o Relatório Técnico 26 do Ministério de Minas e Energia realizado no ano de 2009, com teores, volumes e substâncias minerais adequadas a mineração ocorrem, geralmente, em sistemas de alteração epitermal, resultantes de antigas atividades vulcânicas e em zona de intensas atividades orogênicas (MME, 2009b). Esse perfil não é encontrado no território nacional.

A mineração de chumbo no país ocorria em Boquira - BA e Furnas - PR durante a década de 80. Ambas as minerações foram encerradas em 1992 por chegarem a exaustão. Hoje a mineração é restrita a Morro Agudo, sendo obtido o chumbo como co-produto da mineração de zinco em rochas carbonáticas e sua produção exportada (MME, 2009b; De CAPITANI et al., 2009).

Como o chumbo por extração mineral obtido no país é como subproduto, não existe aqui produção primária deste metal. A produção nacional restringe-se então a produção secundária do chumbo, através da reciclagem do metal. O Brasil importa o chumbo primário e semi-acabado, sendo que em 2007 importou um total de 63.009 t de chumbo (MME, 2010).

A produção secundária do chumbo no país foi intensificada após a Resolução do CONAMA 257/99, que estabeleceu a obrigatoriedade da disposição ambientalmente adequada para pilhas e baterias. Logo, as empresas comercializadoras destes produtos tornaram-se obrigadas a

aceitarem de volta estes produtos para repassá-los aos fabricantes ou importadores que deverão providenciar procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final correta.

Quanto ao setor empresarial do chumbo secundário, MME (2009a), as empresas são, em sua maioria, de médio a pequeno porte, concentrando-se na região do nordeste (Pernambuco), sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) e sul (Paraná e Rio Grande do Sul). Essas unidades produtivas possuem capacidade variando em 5 a 150 toneladas/mês de chumbo, muitas se utilizando de técnicas inadequadas, falta de capacitação dos funcionários com sérios problemas de segurança no trabalho, fazendo com que essas funcionem próximo ao regime de clandestinidade.

O quadro 1 apresenta a produção de chumbo secundário, em toneladas, no país no período de 1978 a 2010, na qual se pode observar que após 1999, com ressalvas a 2001, houve um grande crescimento na produção do metal:

Quadro 1: Produção nacional de chumbo secundário em toneladas.

Chumbo - Produção Metal Secundário (t)			
Data	t	Data	T
1978	33.220	1995	65.000
1979	41.700	1996	45.000
1980	40.431	1997	44.500
1981	31.100	1998	...
1982	31.455	1999	52.000
1983	42.485	2000	50.000
1984	45.656	2001	47.000
1985	51.764	2002	50.000
1986	51.973	2003	128.610
1987	58.361	2004	137.121
1988	68.681	2005	104.904
1989	53.295	2006	108.951
1990	45.330	2007	130.963
1991	42.000	2008	95.704
1992	38.267	2009	104.160
1993	47.027	2010	114.887
1994	60.000		

Fonte: Mineral Data-Centro de Tecnologia Minera 1978 a 2010 (2012)

Alguns exemplos dessas indústrias do setor metalúrgico são: Tonolli Brasil S/A, Metalúrgica Tamarana, Frey & Stuchi, Baterias Pioneiros Industrial Ltda, Acumuladores Ajax Ltda e FAÉ S/A.

1.3 Principais usos do chumbo

Como possui alta maleabilidade e ductibilidade tornou-se um metal amplamente difundido na industrialização pela facilidade em ser trabalhado. Devido suas características químicas é amplamente utilizado para revestimentos internos para ácidos, também possui propriedade de antifricção a certas ligas e facilidade de se ligar a outros elementos.

Este metal foi por muito tempo aplicado como antidetonante na gasolina, promovendo assim uma queima regular desse combustível. Porém, além de do chumbo ser liberado pelo escapamento dos veículos causando poluição ambiental eles destroem a eficiência dos catalisadores (RUSSELL, 1995). Outras formas de consumo são na fabricação de forros para carros, elementos de construção civil, soldas suaves e munições. O consumo do metal vem crescendo devido aos grandes investimentos da indústria automobilística somada à indústria de informática, de telecomunicações e a indústria naval.

De acordo com Brasil (2009b) a demanda mundial do metal de 2000 a 2008 aumentou em torno de 32,66%, sendo que no continente asiático essa demanda aumentou em 128,07%. Esse número aumenta porque o chumbo tem ampla utilidade no setor industrial por se combinar facilmente com outros metais sendo, portanto, o sexto metal mais utilizado na indústria. Sua principal utilidade é na construção de baterias ácidas automotivas, que consome em torno de 90% em todo o mundo.

Também se tem desenvolvidos compostos organoplumbicos para uso enquanto catalisadores na fabricação de espumas de poliuretano, também usado em pinturas navais para proteger a madeira contra ataques das brocas e fungos marinhos, também como modo de proteger o algodão contra a

decomposição e ao mofo, como agente molusquicida, agentes antihelmínticos, agentes redutores do desgaste nos lubrificantes e inibidores da corrosão do aço (MME, 2009b).

Devido a sua boa ductilidade, o chumbo também pode ser utilizado como forração para cabos de telefone e televisão. Por formar um revestimento protetor de óxido, pode ser empregado na fabricação e manejo do ácido sulfúrico e na blindagem de aparelhos contra radiação (como o aparelho de raio-X). Seus compostos também são amplamente utilizados: os carbonatos e os sais de ácidos orgânicos para proteção ao calor e a luz a plásticos de cloreto de polivinila, silicatos de chumbo para a fabricação de vidros e cerâmicas, o nitreto de chumbo como detonante para explosivos, os arseniatos de chumbo como inseticidas. Também pode ser empregado como liga em combinação com outros elementos como o estanho, cobre, arsênio, antimônio, bismuto, cádmio e sódio, tendo todos ampla utilização, desde soldas e fusíveis a revestimentos de cabos (MME, 2009a).

Como o chumbo provoca certos impactos sejam eles ambientais ou a saúde do homem desde o processo de sua extração ao beneficiamento, ele tem sido progressivamente substituído por alguns materiais, como alternativa ambientalmente mais adequada. Alguns exemplos de substituições são nas tubulações metálicas de chumbo por produtos sintéticos como resinas e polímeros, mais resistentes e com melhor trabalhabilidade; cabos telefônicos e de energia de chumbo substituído pelo emprego de produtos de plástico; no setor de embalagens, o chumbo sendo substituído pelo alumínio e por películas de resinas inteligentes; e seu emprego como detonante na gasolina sendo abolido (MME, 2009a; MME, 2009b).

Sabe-se que, atualmente, o maior emprego do chumbo é na produção de baterias automotivas e que esta produção cresce de acordo com acelerado ritmo de crescimento do setor automobilístico. Portanto, para que ocorra uma sensível diminuição no emprego do chumbo na confecção de produtos é necessário que se re-planeje o modelo de desenvolvimento do setor automobilístico.

1.3.1 A evolução, a produção e a reciclagem de baterias automotivas

A bateria automotiva, como principal produto do chumbo, desde sua criação até os dias atuais sofreu transformações em sua composição, buscando corresponder a crescente demanda automobilística e sua evolução tecnológica. Quanto mais componentes eletrônicos os carros possuem, mais estes precisarão de energia por um período maior de tempo. Apresenta-se o quadro 2 com a evolução tecnológica na bateria automotiva:

Quadro 2: Histórico da bateria automotiva.

Data	Autor	Desenvolvimento
1854	Wilhelm J. Sinsteden	Idealiza um modelo primitivo de bateria.
1860	Planté	Cria primeira bateria ácida utilizável.
1881	Faure	Aprimora o eletrodo positivo com folhas de Pb e ácido sulfúrico.
1881	Sellon	Grellha de chumbo antimônio.
1881	Volckmar	Perfura a placa de Pb usada como suporte para o óxido.
1882	Brush	Fixa o óxido de Pb à placa de chumbo.
1882	Gladstone e Tribe	Teoria da reversibilidade da reação do sulfato na bateria de Pb.
1883	Tudor	Emprastou a grelha pré-tratada pelo método de Planté com uma mistura de óxidos.
1886	Lucas	Formou placas de Pb em solução de cloratos e percloratos.
1890	Philipart	Constrói eletrodo tubular com anéis individuais.
1890	Woodward	Constrói eletrodo tubular.
1910	Smith	Introduz divisão de borrachas na caixa da bateria.
1920 até o presente		Pesquisas de materiais e construção de expansores, óxidos e técnicas de fabricação.
1935	Haring e Thomas	Cria grelhas de liga de Pb cálcio.
1935	Hamer e Harned	Realizam a comprovação experimental da teoria da reação reversível do sulfato.
1956-1960	Bode e Voss, Ruetschi e Cahan, J. Burbank Feittknrcht	Classificam as propriedades das duas estruturas cristalinas do PbO ₂ (alfa e beta).
1970 até o presente		Cria-se a tecnologia da grelha de metal expandido; compostos plástico/grelha metálica; baterias chumbo-ácidas seladas e livres de manutenção; fibras de vidro e separadores melhorados; baterias de alta densidade de energia (acima de 40 Wh/kg).

Fonte: LINDEN (1984) apud Kreusch (2005).

A tabela 2 traz uma estimativa da produção anual de baterias automotiva no mundo, tendo como base o mercado global em 1995:

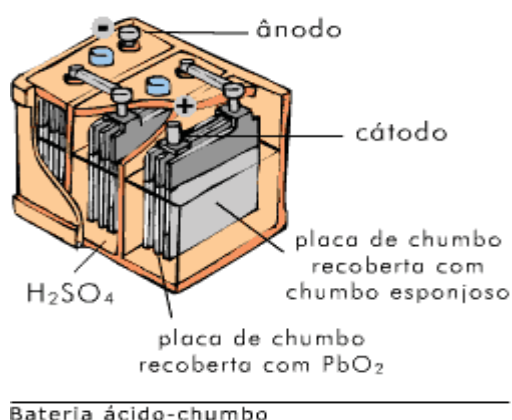
Tabela 2: Produção anual estimada de baterias de chumbo para automóveis.

País/Região	Produção (milhões)	Porcentagem
Estados Unidos	117	40,3
Europa	87	30,0
Japão	36,2	12,5
Outros países	49,8	17,2
Total	290	100

Fonte: JOST (2001) apud PAOLIELLO, CHASIN (2001).

A bateria automotiva é um dispositivo de armazenamento de energia elétrica muito útil, consistindo em uma grade de chumbo comum preenchida com um chumbo esponjoso que além de produzir muita corrente pode ser recarregada. Deste modo, apresenta boa estabilidade térmica, alta condutividade iônica, baixo nível de impureza e baixo custo (CEMPRE, 2011 apud CAETANO et al., 2011). A figura 1 representa um modelo de bateria de chumbo ácido presente em automóveis:

Figura 1: Bateria chumbo ácido

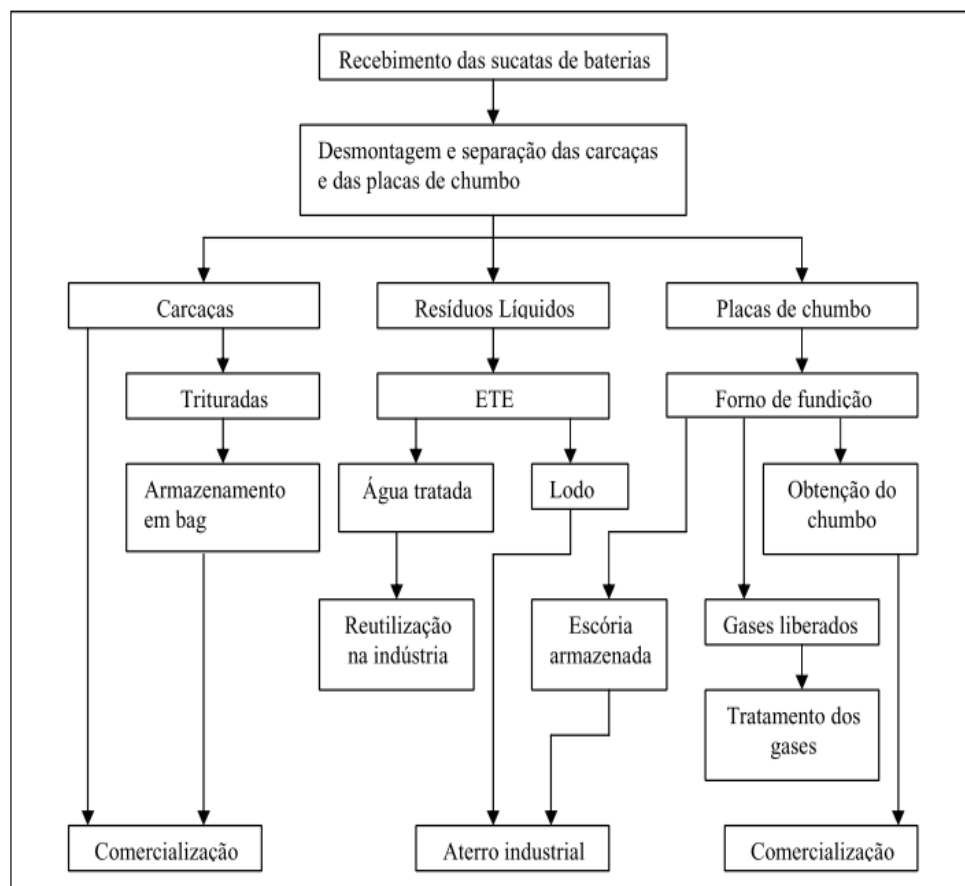


Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia/pilhas-baterias-eenergia.php>. Acessado em 24 de setembro de 2012.

Como já apresentado, a partir da Resolução CONAMA 257 de 1999 os estabelecimento que comercializam a bateria, bem como as redes de assistência técnicas tornaram-se obrigadas a aceitar esse material utilizado para encaminhá-las a reciclagem ou tratamento e disposição final ambientalmente correta. Com isto, cresceu muito mais a produção de chumbo secundário, uma vez que também é economicamente mais viável a reutilização do metal do que a produção de chumbo primário.

A bateria de chumbo-ácido pode ser reciclada várias vezes e se obterá um material similar ao chumbo primário, desde que haja a utilização de tecnologia adequada. A figura 2 traz um esquema sobre a reciclagem da bateria automotiva.

Figura 2: Fluxograma do processo industrial da reciclagem de bateria automotiva.



Fonte: Matos & Ferreira, 2007.

1.4 Chumbo como contaminante ambiental

A liberação de chumbo no meio ambiente ocorre tanto por via natural, a exemplo da emissão através da ação vulcânica, quanto por via antropogênica, na mineração do chumbo primário e no processo de reciclagem e beneficiamento do chumbo secundário. Porém, atualmente, a ação humana é a maior responsável da liberação desse metal no ambiente (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002). Como já apresentado, a exploração desse metal vem ocorrendo a centenas de anos, estima-se que metade dos 300 milhões de toneladas de chumbo produzido pelo homem ao longo de sua existência persista hoje na forma de contaminação ambiental (BELLINGER, SCHWARTZ, 1997 apud PAOLIELLO, 2002). Como o homem circula por quase todas as regiões do mundo com relativa facilidade, essa contaminação pode ter se espalhado pelos mais remotos lugares.

Até certo tempo atrás, o chumbo era utilizado como detonante na gasolina dos automóveis, portanto ocorriam grandes liberações de chumbo no ambiente através desta queima. Este uso foi responsável em cerca de 90% de todas as emissões do metal para o ambiente no ano de 1984. Hoje, existem medidas que restringem essa finalidade para o metal. A principal via atual de liberação do metal na atmosfera são as fábricas de baterias, indústrias químicas e as liberações industriais no solo oriundo das fundições do metal (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002).

As partículas de chumbo que são liberadas durante o processo tanto de mineração, reciclagem e beneficiamento do chumbo podem permanecer vários dias em suspensão na atmosfera, podendo variar seu estado de suspensão de acordo com fatores topográficos e meteorológicos. A chuva é determinante neste sentido, pois a água arrasta as partículas, contaminando assim solo e água (MACHADO, 2002).

Pode-se tentar apreender esta evolução histórica de liberação do chumbo na atmosfera através de análises do perfil do gelo, verificando-se a deposição do metal nas camadas (NRIAGU, 1996 apud PAOLIELLO, 2002).

Outro método de verificação da evolução desta contaminação ambiental baseia-se na análise da água do mar. Analisam-se várias amostras de água de diferentes profundidades para verificar o teor de chumbo encontrado. A homogeneidade destas camadas sugere uma contaminação constante e crescente, provavelmente decorrente da lavagem da chuva nas partículas de chumbo em suspensão e também devido a descarte do chumbo nos rios (LUND, 1971 apud MACHADO, 2002).

No Brasil, a partir de 1986 foi instituído que as atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas de potencial de degradação e poluição deverão realizar o Estudo de Impactos Ambientais e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para sua instalação (CONAMA, 1986). Portanto as novas empresas mineradoras, de reciclagem e beneficiamento de chumbo deverão realizar tais procedimentos a fim de instituírem seus funcionamentos. As empresas que já funcionavam antes desta resolução não são obrigadas a realizarem, a menos que em decorrência de seus funcionamentos tenham ocorrido algum dano ambiental, podendo então ser submetida à ação judicial.

1.4.1 A emissão de particulado de chumbo no ar

A emissão de partículas de chumbo no ar ocorre tanto quanto ao chumbo primário quanto ao secundário. Estima-se que seja despejado anualmente na atmosfera 330.000 toneladas de chumbo, sendo que somente 4% são de fontes naturais (emissões vulcânicas, erosões e depósitos naturais) (NRIAGU & PACYMA, 1988 apud MAVROPOULOS, 1999).

A mineração de chumbo é constituída em três etapas principais: sinterização, redução e refinamento. E, ocorre liberação de chumbo e outros materiais em todas as etapas da indústria de fundição de chumbo primário. Quanto maior e mais próxima for a temperatura de operação ao do ponto de ebulição do metal, maior liberação deste ao meio ambiente ocorrerá. O conteúdo de chumbo no material particulado emitido está na faixa de 20 a 65%. Usam-se coletores centrífugos com filtros de manga ou precipitadores

eletrostático para tentar controlar a emissão destes particulados (EPA, 1988 apud MACHADO, 2002).

Durante todo o processo de fundição do chumbo secundário (na área de forno, limpeza, soldagem, serralheria, fabricação de ligas e etc.) também a liberação de material particulado composto, entre outros elementos, de chumbo (EPA, 1988 apud MACHADO, 2002). Há algumas medidas durante o processo para tentar diminuir as emissões deste metal como: dispositivos de controles, modificações de processos e equipamentos, isolamentos e automação de máquinas e área de trabalho, melhoria da ventilação e o uso de equipamentos de proteção individual (MACHADO, 2002).

Em 1983 a mineração e metalurgia era responsável por cerca de 22% da liberação de chumbo na atmosfera e a gasolina aditivada era responsável por cerca de 66% das emissões. Com a redução ou até mesmo proibição do uso de chumbo na gasolina em muitos países, a contribuição da indústria na emissão deste metal aumentou progressivamente (THORNTON, 1995 apud PAOLIELLO, 2002).

Esta queda da utilização do chumbo como antidetonante na gasolina foi diretamente sentida na população. Nos Estados Unidos, por exemplo, com a redução progressiva no teor do chumbo adicionado à gasolina até sua efetiva proibição houve também um decréscimo de 75% nos níveis de chumbo no sangue dos americanos (THORNTON, 1995 apud PAOLIELLO, 2002). No Brasil, em 1993, quando passa a vigorar a lei 7823/93 que estabelece a obrigatoriedade de se usar 22% de etanol enquanto aditivo da gasolina, o chumbo foi sendo dispensado desta função (NEDER, 1999 apud PAOLIELLO, 2002).

Como já apresentado, a produção de baterias chumbo-ácido é, atualmente, o maior produto tanto do chumbo primário quanto do secundário, portanto essas indústrias são as maiores fontes de emissão do chumbo particulado no ar.

Quando em suspensão, o chumbo encontra-se sobre forma de partículas, que serão removidas para a superfície por deposição seca ou

úmida, sendo que 40 a 70% dessas partículas serão removidas pela precipitação. A remoção deste metal do ar ocorre de modo relativamente rápido e, quando as partículas são grandes, são depositadas relativamente próximas as suas fontes. Já as partículas de Pb pequenas (0,006-2,0 μm de diâmetro) podem ser transportadas para distâncias mais longas, podendo atingir uma velocidade média de deposição seca entre 0,2 e 0,5 cm/segundos. (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002).

De acordo com WHO (1995) apud Paoliello (2002), a Environmental Protection Agency (EPA) calculou uma estimativa de deposição global de partículas de chumbo por ano, considerando elementos como a concentração atmosférica de chumbo, velocidade do vento, área de superfície e textura em aproximadamente 410.000 toneladas/ano.

Atualmente, os países estabeleceram níveis de exposição pelo ar de chumbo como uma tentativa de controlar a emissão deste metal na atmosfera a fim de respeitar níveis de qualidade ambiental e de saúde pública. Nos Estados Unidos, de acordo com USEPA (2000) apud Paoliello (2002), o Ambient Air Quality Standards estabeleceu média trimestral da concentração do metal em 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Leroyer et al. (2000) apud Paoliello (2002) apresentam os valores-guia europeus em 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

1.4.2 Contaminação da água por particulado de chumbo, lançamento de esgoto e material particulado contaminado por chumbo

A água de rios, oceanos e subterrâneas são contaminadas pelo chumbo através da deposição das partículas do metal em suspensão no ar, pelo escoamento superficial da água no solo ou por lançamento de esgoto ou material contaminado. No meio urbano, por exemplo, ocorre a deposição do metal particulado no solo, que depois será carregado até os cursos d'água pela água da chuva por meio das galerias pluviais. O quadro 3 a seguir apresenta as diferentes fontes de emissão do metal para o ambiente aquático:

Quadro 3: Fontes de emissão mundial do chumbo para ambiente aquático, 1995.

Categoria	Taxa de emissão (t³)
Resíduo doméstico	
Central	0,9-7,2
não-central	0,6-4,8
Energia elétrica	0,24-4,2
Mineração	0,25-2,5
Refinamento	
ferro e aço	1,4-2,8
metais não ferrosos	1,0-6,0
Processo de manufaturas	
metais não ferrosos	2,5-22,0
agentes químicos	0,4-3,0
Papel	0,01-0,9
Sedimentação da atmosfera	87,0-115,0
Depósito de resíduos de esgoto	2,9-16,0
Contribuição total para a água	97,0-180,0

Fonte: THORNTON, 1995 apud PAOLIELLO, 2002.

Análises de água realizadas pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) entre os anos de 1978 a 1996 identificaram concentrações de chumbo entre 0,004 a 0,23 mg/L no rio Ribeira do Iguape, localizado na divisa entre São Paulo e Paraná, onde durante décadas realizou-se atividades de mineração e uma refinaria de chumbo. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) o limite máximo igual para concentrações de chumbo para água doce classe 1 é de 0,01 mg/L. Portanto algumas das amostras apontavam para uma contaminação ambiental por este metal (CUNHA et al, 2001 apud PAOLIELLO 2002).

Paoliello (2002) apresenta um trabalho realizado por Yabe & Oliveira (1998) no qual esses autores efetuaram um estudo sobre metais pesados em águas superficiais do Ribeirão Cambé (Londrina-PR), próximos a um curtume e a uma fábrica de baterias. Encontrou concentrações de chumbo de 60,12mg/l a 4504,0 mg/l.

Quanto a água potável, o baixo pH e a baixa concentração de sais podem levar consigo quantidades de chumbo advindas de soldas, encanamentos, ferragens, cisternas e reservatórios. A tolerância máxima igual

para o metal nesta água é de 10 µg/L (WHO, 1993), ou seja, 0,01mg/l (MAVROPOULOS, 1999).

Do total do metal particulado depositado em meio aquoso, a maior parte encontra-se insolúvel. Portanto, grande parte do particulado torna-se coloidais de carbonato de chumbo, óxido de chumbo e entre outros. A razão entre o metal sólido ou dissolvido encontra-se de 4:1 em meio aquoso rural e 27:1 meio aquoso urbano (GETZ et al., 1977 apud ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002).

A presença de compostos orgânicos naturais tornam-se quelantes para o chumbo, podendo aumentar de 10 a 60 vezes o nível do metal na água (WHO, 1995 apud PAOLIELLO, 2002).

A referência de limites máximos para o chumbo nas águas no Brasil está apresentada na figura 6.

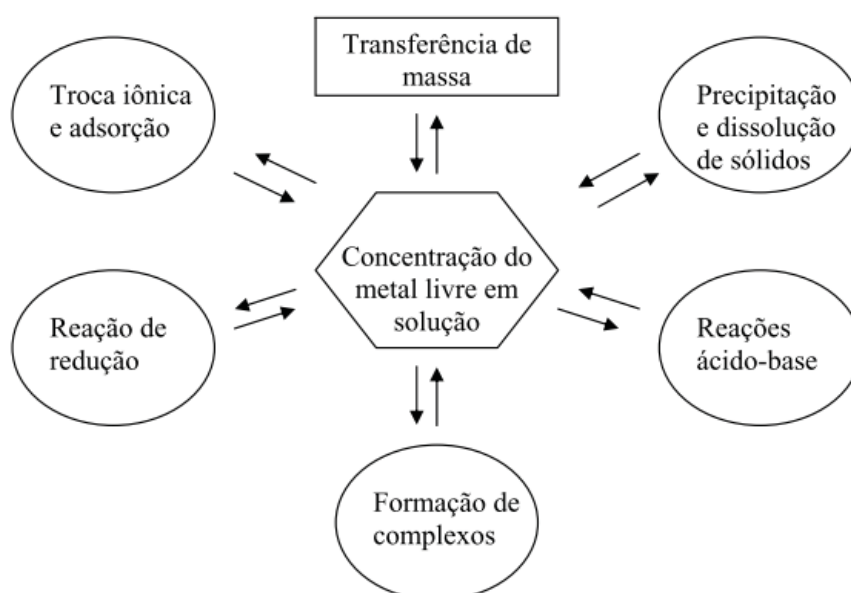
1.4.3 Contaminação do solo por chumbo

Segundo Larini (1993) apud Mavropoulos (1999), a contaminação por chumbo no solo pode ser originada de modo natural ou geológico como a partir da atividade humana (mineração do chumbo primário, indústria do chumbo primário e secundário e transporte). Portanto, o teor de chumbo no solo pode variar conforme a localidade: se próximos a estradas e indústrias, o teor de chumbo pode ser encontrado em valores mais elevados.

O chumbo pode estar presente no solo de modo relativamente insolúvel (sulfato, carbonato ou óxido), solúvel, absorvido, absorvido e coprecipitado como sesquióxido, absorvido em matérias orgânicas coloidais ou complexado no solo (IPCS, 1995 apud MAVROPOULOS, 1999); sendo considerado, neste último, como principal depósito. O metal também pode sofrer modificações devido a alta influência que o pH tem sob este, formando compostos menos solúveis tornando-se menos disponível (MAVROPOULOS, 1999).

Segundo Bohn et al (1985) e Evangelou (1998) apud Moura (2006), deve-se considerar a soma das concentrações de íons livre, dos complexos orgânicos ou inorgânicos solúveis, a associação do metal a matéria orgânica ou com os compostos inorgânicos para, assim, inferir sobre a concentração total do metal no solo. A figura 3 apresenta as variantes que definem a concentração total de um metal no solo:

Figura 3: Principais reações de metais no solo para definição do teor total.



Fonte: Mattigod et al. (1981) apud Mclean, Bladsoe (1992) apud Moura (2006).

Também pode haver a inserção de chumbo no solo através do uso agrícola de fertilizantes nitrogenados, que podem possuir até 1.450 mg do chumbo por kilo (GUILHERME et al., 2005).

No Brasil, existem valores pré-estabelecidos para determinar a presença ou ausência de contaminação referente aos diferentes metais no solo, chamados valores orientadores. Há três valores orientadores, determinados pelas análises em um solo natural à análise de risco, de acordo com a Resolução CONAMA 420/09 (2009), sendo:

- Valores Orientadores de Referência de Qualidade (VRQ): esse valor é representativo dos teores naturais dos elementos no solo, sem a influência do homem. O solo considerado como não contaminado é aquele em que o teor é igual ou inferior ao VRQ para todos os metais;
- Valores de Prevenção (VP): este é o valor limite que o metal possa aparecer no solo, de forma que não interfira em suas funções naturais. Este valor é um intermediário entre o VRQ e o VI. Quando atingido este valor, medidas de mitigação devem ser adotadas;
- Valores de Investigação (VI): este valor indica que há risco a saúde pública, portanto, considera a dose máxima aceitável por um organismo receptor. Este valor foi determinado a partir de várias pesquisas de diversos órgãos. A partir deste teor se faz necessárias ações específicas de gerenciamento de riscos.

Segundo Biondi (2010) a primeira coisa a ser considerada em uma análise de risco é o perigo oferecido pelo elemento em questão e suas características químicas. Consideram-se também os efeitos tóxicos, dose máxima de exposição e a via de exposição baseados nos critérios do quadro de valores da CETESB. A seguir, o quadro 4 apresenta a emissão mundial de chumbo no solo:

Quando o particulado de chumbo atinge a superfície, torna-se retido rapidamente no solo. Alguns fatores como pH, composição mineral do solo, quantidade e tipo de matéria orgânica, presença de coloides, óxido de ferro, quantidades de elementos envolvida e entre outros acabam fixando o metal na superfície, tornando-o de pouca mobilidade (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002). O chumbo pode vir a entrar em contato com a água devido à erosão no solo.

Quadro 4: Emissão mundial de chumbo no solo, provenientes de várias fontes, 1983.

Categoria da fonte	Taxa de emissão (t3)
Resíduos da agricultura e alimentos	26
Resíduos de madeira	7,4
Dejetos urbanos	40
Esgoto	7,1
Resíduos do solo da fabricação de metais	7,6
Cinzas de carvão	144
Produtos descartados	292
Fertilizantes e turfas	2,9
Sedimentação da atmosfera	232
Total de contribuição para o solo	759

Fonte: Niriagu, 1990 apud Dudka, Miller, 1999 apud Paoliello 2002.

Quando o particulado de chumbo atinge a superfície, torna-se retido rapidamente no solo. Alguns fatores como pH, composição mineral do solo, quantidade e tipo de matéria orgânica, presença de coloides, óxido de ferro, quantidades de elementos envolvida e entre outros acabam fixando o metal na superfície, tornando-o de pouca mobilidade (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002). O chumbo pode vir a entrar em contato com a água devido à erosão no solo.

Também é necessário considerar-se os elementos como tipo do solo, teor e tipo dos íons competitivos, agentes ligantes, degradação dos compostos orgânicos, as mudanças do pH e o potencial redox nos solo para se inferir sobre a mobilidade de um metal (MCLEAN; BLEDSOE, 1992 apud MOURA, 2006).

O pH é um elemento determinante quanto a disponibilidade do metal no solo. Solo com ao menos 5% de matéria orgânica que possuam um $\text{pH} \geq 5$, há uma tendência de acúmulo do chumbo na camada superior (de 2 a 5 cm). Quando o pH está entre 6 e 8 pode, na presença de muita matéria orgânica, formar complexo orgânicos insolúveis ou, com pouca matéria orgânica, formar complexo de óxido de chumbo. Na situação de pH entre 4 e 6, aquele

complexo orgânico pode transformar-se em solúvel, passível de ser lixiviável ou absorvido pelas plantas. Quanto mais ácido o solo e com presença de materiais que possam tornar o chumbo solúvel, maior é sua possibilidade de ser lixiviado para os cursos d'água (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002).

A Tabela 3 a seguir apresenta os padrões orientadores, segundo a CETESB (2012) sobre as concentrações de chumbo no ar, solo e água:

Tabela 3: Padrões e valores orientadores, CETESB 2012.

Meio	Concentração	Comentário	Referência
Ar	0,5 µg/m ³ 1,5 µg/m ³	Valor orientador – MGA Valor de Referência ¹	WHO, 2000 CETESB, 1999
Solo	72 mg/kg* 180 mg/kg* 300 mg/kg* 900 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009
Água potável	0,01 mg/L	Padrão de potabilidade	PORTARIA 2914/2011
Água subterrânea	10 µg/L 100 µg/L 5000 µg/L 50 µg/L	VMP (consumo humano) VMP (dessedentação de animais) VMP (irrigação) VMP (recreação)	CONAMA 396/2008
Águas doces	0,01 mg/L 0,033 mg/L	VM (classes 1 e 2) VM (classe 3)	CONAMA 357/2005
Águas salinas	0,01 mg/L 0,21 mg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Efluente ²	0,5 mg/L	VM (padrão de lançamento)	CONAMA 430/2011

Fonte: CETESB, 2012.

MGA: média geometria anual; *: peso seco; VI: valor de investigação; APMax: área de proteção máxima; VMP: Valor Máximo Permitido; VM: Valor Máximo; LMT: Limite Máximo de Tolerância; ¹ média trimestral para partículas totais em suspensão; ² chumbo total.

Segundo Bosso e Enzweiler (2008), em análises sobre a capacidade de absorção do chumbo pelo organismo humano usam-se com frequência amostras de solo contaminado, simulando sua ingestão no trato gastrointestinal nos testes *in vitro*. Mesmos que as amostras de solo contaminado

não correspondam integralmente a possível concentração de chumbo na corrente sanguínea de um indivíduo, é mais recorrente o uso de análises de solo para inferir na toxicidade do metal para os organismos e o ambiente. E, de acordo com Brown *et al.* (1999) *apud* Bosso e Enzweiler (2008) para se dimensionar o risco na presença de um elemento, que neste caso é o chumbo, deve-se considerar a quantidade total do metal no ambiente, sua toxicidade e sua biodisponibilidade, definindo como biodisponibilidade oral a dose administrada a partir do trato gastro intestinal que atinge a circulação sanguínea. Portanto, inferir sobre a quantidade de chumbo que é absorvida através de amostras de solo é identificar a biodisponibilidade deste. A tabela 4 a seguir apresenta a biodisponibilidade do chumbo de acordo com sua forma de ocorrência:

Tabela 4: Tipo de ocorrência de chumbo, fórmula química e produto de solubilidade dos minerais e a biodisponibilidade.

Ocorrência	Fórmula química	log K _{ps}	Biodisponibilidade
Minerais			
Anglesita	PbSO ₄	7,7	Média
Cerussita	PbCO ₃	12,8	Alta
Galena	PbS	-27,5	Baixa
Fluorpiromorfita	Pb ₃ (PO ₄) ₃ F	-71,6	Baixa
Hidroxiromorfita	Pb ₃ (PO ₄) ₃ OH	-76,8	Baixa
Cloropiromorfita	Pb ₃ (PO ₄) ₃ Cl	-84,4	Baixa
Hinsdalita	PbAl ₃ (PO ₄) ₃ (OH) ₆ SO ₄	-99,1	Baixa
Plumbogumita	PbAl ₃ (PO ₄) ₃ (OH) ₅ H ₂ O	-99,3	Baixa
Corkita	PbFe ₃ (PO ₄) ₃ (SO ₄) ₃ (OH) ₆	-112,6	Baixa
Tamanho de partícula			
Grande			Baixa
Pequena			Alta
Encapsulamento*			
Quartzo			Baixa
Material amorfo (escória)			Média
Óxidos de Fe-Pb			Média
PbO			Alta

Fonte: Bosso e Enzweiler (2008).

A biodisponibilidade pode variar de acordo com a composição química e física do solo, com a forma química que o chumbo se apresenta e a quantidade administrada para a análise (BOSSO & ENZWEILER 2008).

1.4.4 Outras fontes de exposição

Uma fonte de exposição ao homem é através dos alimentos contaminados ou que contenham algum teor do metal. Isto é resultado tanto da qualidade do solo como da água e do ar. Outras variáveis também devem ser consideradas na exposição do alimento, como o pH do solo e da água, forma química do chumbo (que influi em sua solubilidade) e espécie do vegetal (DE CAPITANI et al., 2009). O homem pode ingerir tanto alimentos vegetais que em seu processo produtivo absorveu certa quantidade do metal quanto se alimentando de outros animais que já absorveram via alimentação o elemento.

A tabela 5 apresenta níveis de chumbo em alimentos obtidos em alguns países:

Tabela 5: Níveis representativos de chumbo em alimentos.

Mercadoria	Níveis típicos de chumbo (µg/kg)
cereais	60
raízes e tubérculos	50
frutas	50
vegetais	50
carnes	50
óleos e gorduras vegetais	20
peixes	100
legumes	40
ovos	20
nozes e óleo de sementes	40
miúdos de animais	20
crustáceos	20
especiarias e ervas	30
água para consumo	20
bebidas enlatadas	200
alimentos enlatados ^a	200

^a assumindo que o consumo seja 2% do total

Fonte: Gala-Gorchev (1991) apud WHO (1995) apud Paoliello (2002).

Outra via de contaminação do alimento é o processo de industrialização, pois ao longo do processo entra em contato com reservatório, reatores e encanamentos que podem ser constituído por chumbo. O aço inoxidável é a única liga que não contém chumbo em sua composição por isto tornou-se exigência no processo de produção de alimentos e bebidas alcoólicas (DE CAPITANI et al., 2009).

No Brasil, em favor da saúde pública e de controle da produção de alimentos, estabeleceram-se níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos, através da Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998, da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, visando o controle de micotoxinas, contaminantes inorgânicos, resíduos de pesticidas, medicamentos de uso veterinário e de migrantes de embalagens e equipamentos em contato com alimentos. Dentre os contaminantes inorgânicos considerados fornecedores de risco a saúde humana, o chumbo foi incluso, e seus valores máximos pode ser observado no quadro 5 :

Quadro 5: Limites máximos de tolerância para o chumbo em alimentos.

Óleos, gorduras e emulsões refinadas	0,1 mg/kg
Caramelos e balas	2,0 mg/kg
Cacau (exeto manteiga de cacau e chocolate adoçado)	2,0 mg/kg
Chocolate adoçado	1,0 mg/kg
Dextrose (glucose)	2,0 mg/kg
Sucos de frutas cítricas	0,3 mg/kg
Leito fluído, pronto para consumo	0,05 mg/kg
Peixes e produtos de pesca	2,0 mg/kg
Alimentos para fins especiais, preparados especialmente para lactantes e crianças até 3 anos	0,2 mg/kg
Partes comestíveis cefalópodes	2,0 mg/kg

Fonte: Brasil (1998).

De Capitani et al. (2009) classificam, de modo prático, as exposições humanas ao chumbo como sendo ocupacionais ou não-ocupacionais. Portanto, toda exposição ao metal que ocorresse fora do ambiente de trabalho ou sem

relação a este seria classificado como não-operacional. Dentre tantas possibilidades, esses autores apresentam os seguintes dados apresentado no quadro 6:

Quadro 6: Principais fontes ocupacionais e não-ocupacionais de contaminação individual por composto a base de chumbo.

Fontes Ocupacionais	Fontes não-ocupacionais
Fundições primárias e secundárias	Bebidas alcoólicas (vinhos e destilados)
Produção de ligas (bronze e latão)	Usos de cristais finos e porcelanas esmaltadas
Fabricação e recuperação de baterias	Utensílios de PVC
Esmaltação de cerâmicas	Fabricação caseira de "chumbadas" de pesca e cartuchos
Fabricação de PVC e outros plásticos	Tinturas de cabelo
Indústria de borracha	Prática de tiro ao alvo
Fabricação de cabos elétricos	Cerâmica artística caseira
Operação de corte e soldas de peças e chapas metálicas contendo chumbo	Projétil de arma de fogo alojado em articulações ou canal medular
Jateamento de areias de estrutura metálicas pintadas com tintas com chumbo	Alimentos industrializados
Solda eletrônica	Tintas em brinquedos
Produção de compostos orgânicos de chumbo	Medicina chinesa e indiana

Fonte: De Capitani et al. (2009).

O chumbo é utilizado amplamente como tintura de cerâmica e porcelanas, um exemplo são as cerâmicas vitrificadas em Caruaru-PE, porém há poucos estudos dessa possível via de contaminação ao homem (DE CAPITANI et al., 2009).

A tabela 6 a seguir apresenta a concentração de chumbo em alguns produtos escolares que apresentam concentrações maiores a permitida, 100

mg/k e que, portanto, representam uma fonte de exposição muito próxima as crianças:

Tabela 6: Concentração de chumbo em artigos escolares amostrados aleatoriamente no comércio.

Artigo	Concentração de chumbo em mg/kg (ppm)
Borrachas	0,06 – 249
Giz de cera	0,10 – 5.000
Tinta	0,07 – 46
Crayons	1,88 – 14
Massa de modelagem	0,5 – 12
Cola colorida	0,09 – 1,4

* Limite máximo permitido para tintas de brinquedos = 100 mg/kg
Resolução MS-105/99, Fonte: (Garrido et al., 1991)

Fonte: De Capitani et al., 2009.

Tavares (2010) aponta para o ar, a poeira, os alimentos, as bebidas, as tintas e a fumaça do cigarro como principais contribuintes para a ingestão diária de chumbo pelo homem. As tintas atingem mais ao grupo infantil (nos brinquedos) e as pessoas envolvidas no setor de construção.

O Joint FAO/WHO Expert Committees on Food Additives (JECFA) recomendou uma ingestão semanal tolerável provisória para o chumbo de 25 µg/kg para crianças (WHO, 1999 apud TAVARES, 2010; JECFA apud PAOLIELLO).

Sobre a contaminação por chumbo em plantas medicinais, Abrou-Arab (1999) apresenta que os fatores que devem ser considerados são: intensidade da irrigação do solo com água contaminada ou não, uso de fertilizantes e herbicidas, as emissões do particulado no ar, espécie da planta e condições climáticas (VULCANO, 2008).

Vulcano (2008) em seu estudo relata que a legislação brasileira não contempla limite máximo de metais para os chás. Segundo este autor, a

Portaria nº 685 de 1998 da ANVISA apresenta valores para refrigerantes, suco de frutas cítricas e leite para crianças de até três anos, porém não apresenta valores para os chás. O autor realizou uma pesquisa na qual analisou os teores de chumbo e cádmio em chás de camomila e erva-doce, naturais e industrializados. Os valores observados para o chumbo foram bem a baixo do limite máximo estipulado no Brasil para o refrigerante (uma vez que não há valores para os chás) e também foram a baixo dos valores encontrados na literatura do assunto, menos na pesquisa realizada por Abrou-Arab (1999).

1.4.5 Exposição ocupacional

A exposição ocupacional é aquela que, no processo produtivo, expõe o trabalhador a riscos a sua saúde. Segundo Machado (2002), este metal secundário pode ser refinado para obter chumbo leve, ou seja, quase puro ou pesado, na forma de ligas. A maior parte do metal reciclado é destinado para a produção de novas baterias e em todas as etapas deste processo, o homem é passível de ter sua saúde prejudicada.

Além da exposição ocupacional que o trabalhador tem ao chumbo no processo de produção de baterias automotivas, há relatos de exposição ao metal na indústria de plástico, em processos que usam rebolos contendo chumbo para a lapidação de pedras preciosas, em reparações de radiadores de carros, instrução e aprendizado de tiro e entre outros (SILVEIRA, 1991 apud SIMÕES, 2009). Esta exposição ocorre desde grandes empresas, que possuem controle das condições ambientais de trabalho, a pequenas empresas que, muitas vezes, se instalam em áreas inapropriadas e funcionam a beira da clandestinidade (SIMÕES, 2009).

Jagt (2008) apud Simões (2009) apresenta as possibilidades de uma exposição ao chumbo:

- Ingerindo pedaços de pinturas contendo chumbo;

- Presença de materiais que contenham chumbo no estomago ou em uma articulação, como por exemplo, uma bala ou peso de pesca;
- Na queima de madeira pintada com chumbo;
- Inalando gases de gasolina com chumbo;
- Exposição a fontes de chumbo sem equipamentos de proteção, locais sem esquema de ventilação e eliminação do pó residual;

Ramirez (1986) apud Simões apresenta outras possibilidades, como:

- Exposição a fumos de chumbo;
- Extração, concentração e refino de minerais que contenham o metal;
- Fundição de chumbo;
- Todo o processo produtivo de produção e reciclagem de acumuladores elétricos;
- Fabricação e tratamento térmico ao aço chumbo;
- Fundições de latão e bronze;
- Manutenção de radiadores de carros;
- Manuseio da sucata e escória do metal;
- Produção de cerâmica;
- Pinturas com tintas que contenham chumbo;
- Produção de cristais;
- Uso de rebolos de chumbo;

- Cortar com maçarico chapas de chumbo ou chapas e madeiras pintadas com tinta a base de chumbo;
- Demolições de forno de chumbo;
- Linchamento ou polimento de material que contenham chumbo.

Em 1983 o Ministério do Trabalho define um limite de tolerância biológica do teor de chumbo no sangue do trabalhador que sobre exposição ocupacional. Em 1994 este limite é substituído pelo índice biológico máximo permitido, o qual manteve o teor do metal em $40\mu\text{dl}$ como valor de referência e $60\mu\text{dl}$ como valor máximo. Porém, há inúmeros estudos que apontam para danos a saúde de trabalhadores portadores de níveis sanguíneos de chumbo a baixo dos valores apresentados pelo Ministério do Trabalho (MINOZZO, 2008).

Capítulo 2 - CONTAMINAÇÃO POR UMA INDÚSTRIA DE BATERIA AUTOMOTIVA EM CAÇAPAVA, SP.

2.1 Conceitos de perigo, risco e contaminação

A abordagem sobre contaminação por metais pesados tornou pertinente a busca por maior compreensão de conceitos como o perigo, risco e contaminação. Para tanto, este subitem procurou apresentar, de modo objetivo, o significado destes conceitos, ao realizar uma revisão nas referências bibliográficas.

Câmara e Galvão (1995) apresentam o conceito de perigo referindo-se à capacidade potencial dos fatores ambientais em causar um efeito adverso à saúde humana. Segundo Silva (2003), o significado de perigo em uma perspectiva jurídica, é toda situação temida ou receosa que se possa causar um malefício ou dano que ameace sua existência. Portanto, o perigo pode estar presente ou não em qualquer situação, basta à situação se apresentar como uma chance do indivíduo ter sua saúde de algum modo prejudicada, logo a situação de perigo é iminente.

Diante disto, busca-se identificar qual a chance real de tal fatalidade acontecer. É então que o conceito de risco se apresenta, sendo uma probabilidade da consequência a essa exposição ao perigo (CÂMARA & GALVÃO, 1995). Então, pode-se presumir que risco é uma função da combinação entre a frequência de ocorrência e a magnitude de um evento indesejado, ou seja, do perigo.

A partir dos anos 60 os estudos de riscos passaram a ter uma abordagem mais técnica e quantitativa, sendo considerado um efeito adverso, uma atividade ou atributo físico com probabilidade de provocar danos, podendo ser estimados através de cálculos de níveis de aceitabilidade, como estimação probabilística do risco, comparações de risco/benefícios e entre outros, surgindo deste campo a ideia de risco aceitável, um meio termo entre risco e benefício (GUIVANT, 1998).

Essa abordagem ao risco abrange de modo geral a estimação, comunicação e administração. A primeira concerne em uma caracterização do risco (frequência, duração, dose e consequência da fonte de risco); a segunda

é a comunicação do risco a parcela afetada e leiga; e a administração, como aspecto forte desta abordagem, é a formulação de regulação para estes riscos. Os leigos captam este risco de forma não científica de modo que o que apreendem não é, necessariamente, o risco real (NATIONAOL RESEARCH COUNCIL, 1996 apud GUIVANT, 1998; LEISS & CHOCIOLO, 1994 apud GUIVANT, 1998).

A teoria cultural dos riscos de Douglas, centrada numa visão socioconstrutiva do risco foi uma das primeiras críticas ao método de análise técnico e quantitativo do risco. Segundo a autora, nem sempre a ciência teria o papel esclarecedor diante do risco devendo-se, portanto considerar os fatores sociais e culturais. Isto porque não é possível se conhecer tudo a respeito de um risco e nem mesmo apontar o que seria mais ou menos prejudicial ao outro, por isto é necessário se conhecer as demandas das parcelas afetadas (GUIVANT, 1998).

De acordo com Douglas e Wildavsky a atenção que as pessoas dão a determinados riscos em razão de outros é parte do processo sócio-cultural que estão inseridas, deste modo, os riscos são percebidos e administrados de acordo com princípios de determinadas organizações sociais. Assim, torna-se impossível tratar o risco de forma neutra. As pessoas inseridas em determinadas configurações sociais compartilham de uma aversão a riscos que representem uma ameaça a configuração do tecido social (GUIVANT, 1998).

Sabe-se que a atividade industrial em si já representa um perigo potencial à saúde pública e ao meio ambiente, pois, a partir de sua instalação, pode ocorrer alguma falha ou disfunção em que a mesma apresente-se como um malefício ao entorno, a exemplo de um dano ambiental ocasionado por lançamento de partículas tóxicas na atmosfera. Então, o risco neste caso apresenta-se como uma propriedade intrínseca e que não pode ser controlado, pois é uma consequência. O que pode ser controlado, no sentido de controlar sua frequência ou magnitude, é o perigo, que pode existir ou não.

Ainda em Silva (2003), risco na linguagem jurídica exprime simplesmente o sentido de perigo ou do mal receado: é o perigo de perda ou de prejuízo, ou ainda receio do mal que pode causar perda, dano ou prejuízo.

Segundo a Norma Portuguesa (NP) 4397:2001 aplicável ao Sistema de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho (SST), destinado a minimizar os riscos para um trabalhador, perigo é uma fonte potencialmente danosa à saúde humana, ao patrimônio e para o ambiente de trabalho ou o conjunto destes e risco como a probabilidade e consequências do perigo.

De acordo com o Modelo de Gestão de Risco da Norma Experimental Espanhola (UNE) 81905 (1997), a gestão do risco parte da identificação do perigo, estimação do risco, atribuição de valor ao risco e então avaliar qual porção deste é controlado ou não. Assim pode-se inferir que o risco tem relação direta com as medidas de prevenção e proteção que se toma para o perigo. Desta forma, analisando-se uma situação perigosa, estudando seus riscos, pode-se sugerir uma rota de dispersão, ou seja, como neste caso é uma possível contaminação por metais pesados, com estudo de seu perigo e riscos pode-se identificar os caminhos que essa contaminação pode realizar, identificando uma delimitação geográfica a respeito da dimensão desta contaminação, considerando assim, suas vias de dispersão.

As pessoas podem estar sujeitas a um mesmo perigo, porém as situações de riscos para cada uma pode ser diferente. Isto ocorre porque a exposição ao risco é uma junção de um conjunto de elementos, como por exemplo, sua condição de vida e trabalho, habitacionais, acessos a serviços como saúde e educação e entre outros. Portanto, é difícil mensurar o risco para outras pessoas sem considerar o contexto social que imprime ao indivíduo condições sociais distintas.

A percepção também é um elemento importante para a noção de risco, uma vez que os indivíduos, por conhecimento ou por falta deste, acabam se sujeitando a certos riscos em detrimento de outros. Claro que, como apontado anteriormente, a noção que as pessoas têm sobre a totalidade dos riscos de determinado perigo não corresponde ao risco real. Mas este fator faz com que haja expondo-se de modo menos ou mais intensivo a certas situações. Por isto, quando se busca avaliar os riscos que determinada porção de indivíduos estão expostos, é necessário se conhecer o entendimento da situação por parte dos afetados. Assim, a delimitação do risco aproxima-se das condições de vivência.

Outro conceito importante, e que está relacionado ao de perigo e risco, é o de contaminação que, segundo a CETESB (1999) é ocasionada pela introdução de uma substância ou resíduo em um meio, desequilibrando suas propriedades naturais. De acordo com Cerri Neto (2008), quando a poluição for verificada no solo ou em águas subterrâneas, pode ser denominada contaminação, no entendimento da CETESB.

Batalha (1986) apud Cerri Neto (2008) entende a contaminação como a introdução em um meio de organismos patogênicos ou substâncias tóxicas ou radioativas em concentrações que causem algum malefício a saúde do homem.

No Portal da Saúde do SUS (2012) o termo de área contaminada é compreendido como um espaço no qual há a comprovação da poluição decorrente da introdução de substâncias ou resíduos que causem danos a população daquele local.

Neste mesmo portal do Ministério da Saúde, rota de exposição é o processo de contato entre um indivíduo e o determinante de uma contaminação. Assim, este processo é composto por cinco elementos sendo eles: a fonte de contaminação, compartimento ambiental e mecanismos de transportes, ponto de exposição, via de exposição e população receptora. Pode-se compreender este processo sendo: o determinante da contaminação, a determinação do local de perigo e suas vias de dispersão, a forma de exposição a esta região perigosa (por exemplo, exposição ocupacional), a via de contato ao contaminante (como a digestiva) e a população em risco.

Nass (2002) atenta para o recorrente uso de contaminação como sinônimo de poluição. O autor define contaminação como a presença, em um meio, de seres patogênicos ou substâncias que em determinadas concentrações são nocivas ao homem e a poluição como uma alteração ecológica na relação entre os seres vivos, ocasionada pelo ser humano, que prejudique o bem-estar. Se acaso um elemento introduzido no meio não alterar as relações ecológicas, afetando apenas ao homem, esta será apenas uma forma de contaminação não de poluição.

O presente trabalho, em vista destas características que envolvem a questão da contaminação por metais pesados, foi elaborado para se compreender, do ponto de vista geográfico, o problema de saúde ambiental no entorno de uma fábrica de chumbo localizado no município de Caçapava-SP partindo para a investigação da existência do perigo.

2.2 O caso do estudo

Pode-se perceber, a partir do aporte teórico-metodológico apresentado, que em todo o processo produtivo que envolve o chumbo, há a presença do perigo e, portanto, vários graus de risco para o meio ou ambiente. O passivo ambiental, legado desta cadeia produtiva, afeta diretamente a saúde pública uma vez que agride o direito do cidadão adquirido pelo artigo 225 da Constituição Federal de 1998, o qual estipula que todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, base para uma sadia qualidade de vida. Entretanto, não é o que se observa na prática no país, especialmente com relação ao processo de exploração do chumbo, no qual a população esta sujeita a conviver seja com a contaminação ambiental a partir da produção do chumbo primário ou secundário, seja a partir da contaminação residual de antigas áreas de exploração do metal, como poderá ser observado no capítulo 3.

2.2.1 A cidade de Caçapava

Caçapava está situada no estado de São Paulo, no médio Vale do Paraíba, que segundo a Prefeitura Municipal (2008), localiza-se entre as coordenadas 45°37' e 45°49' de longitude oeste e 22°59' e 23°09' de latitude sul, numa área total de 378km², sendo apenas 20,4% urbana e os outros 79,06% distribuídos entre a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar. Limita-se em Norte, Sul, Leste e Oeste, respectivamente, com Monteiro Lobato, Jambeiro

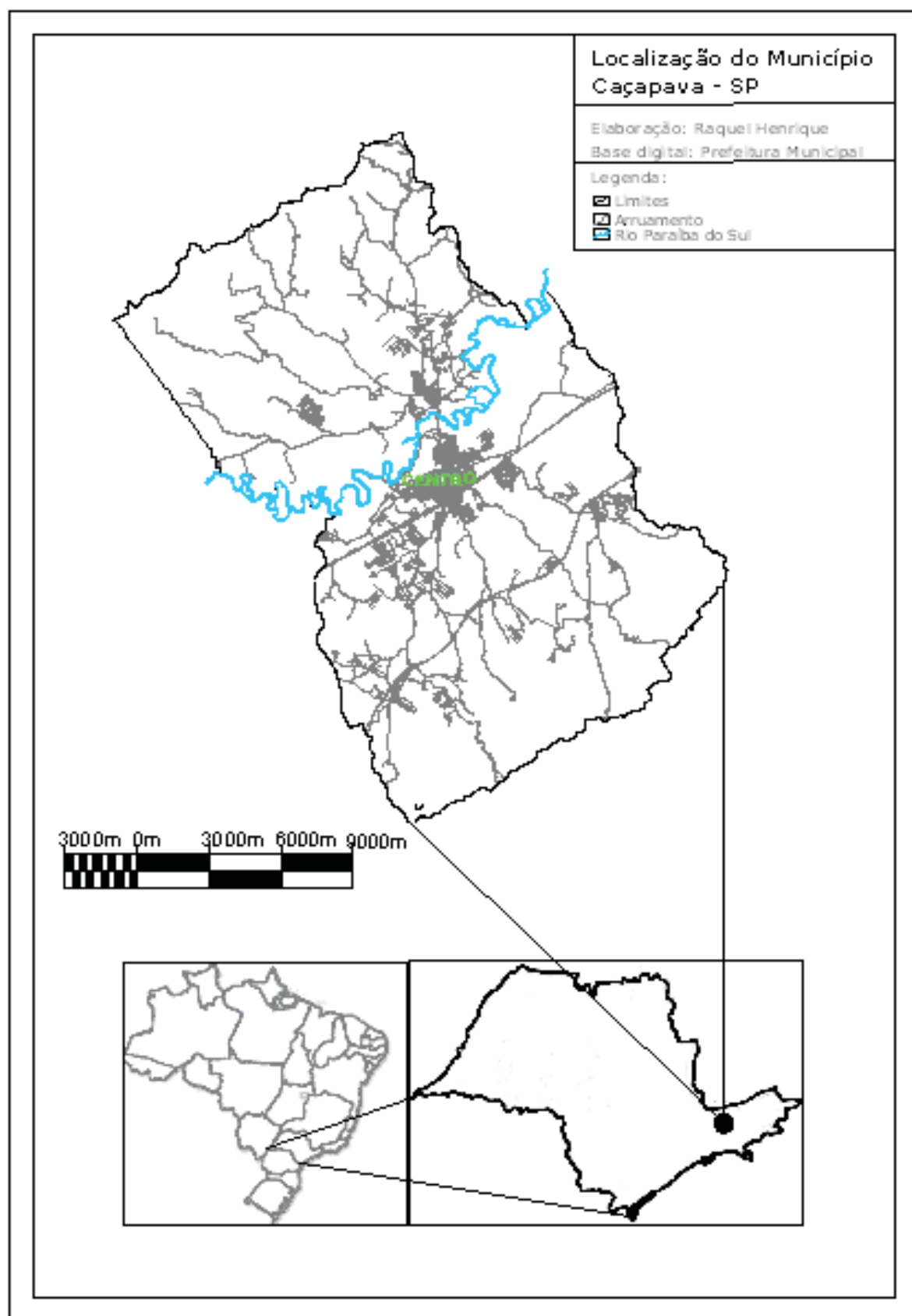
e Redenção da Serra, Taubaté e São José dos Campos. A seguir o mapa 1 com a localização do referido município.

Caçapava não teve seu desenvolvimento urbano muito acentuado e isso se deve em parte ao fato de se localizar entre duas cidades de potencial comercial e industrial: São José dos Campos e Taubaté. A primeira polariza o desenvolvimento por ser um município de importância nacional e reconhecida força no setor de tecnologias, em especial do setor aéreo, contendo instituições como Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER). A segunda se destaca pela quantidade de indústria, além da posição enquanto polo regional de prestação de serviços como educação e saúde. Portanto, Caçapava no decorrer dos anos, acabou assumindo um papel de cidade dormitório, uma vez que grande parte de sua população estuda e/ou trabalha nas cidades vizinhas maiores.

Como Caçapava se encontra entre as cidades que foram desenvolvidas a beira da Via Dutra, também sofreu transformações com a vinda do setor industrial para a via do eixo RJ-SP. Vale ressaltar também que a geomorfologia da região ajudou essa expansão industrial. Por ser uma área de vale, com planícies e colinas médias, o sistema de colinas da bacia de Taubaté:

As colinas sedimentares que se estendem desde o vale do Parateí até as proximidades de Cachoeira Paulista formam o maior e o mais importante sistema de colinas intermontanas de todo o país. Formando um baixo relevo colinoso no fundo de uma antiga fossa tectônica - entre a Mantiqueira e as serras do Quebra Cangalhas e seus contrafortes – constituem uma depressão relativa, de 190 km de comprimento por 40 a 50 de largura média. Ao centro do sistema de colinas, em caráter nitidamente embutido – a partir de Jacareí até Cachoeira Paulista – estende-se a faixa de planícies aluviais do atual médio Vale do Paraíba, com larguras médias de 2 a 3 quilômetros, e, alguns estreitamentos locais que facilitam ligações entre às áreas fortemente humanizadas das colinas da margem direita e relação aos vazios demográficos da margem esquerda. Tais estreitamentos relativos e de gênese muito variada ocorrem à altura de São José dos Campos, de Caçapava e Guaratinguetá. (Ab'Saber, Telles, 1980. p. 36).

Mapa 1: Localização do município de Caçapava – SP.



Fonte: Organizado pelo autor.

Hoje, Caçapava abriga algumas indústrias multinacionais como a Nestlé e a Pilkington e indústrias de menor porte. Juntamente com a vinda dessas empresas veio também às indústrias tidas como potencialmente poluidoras para a cidade. Essas buscaram ocupar a porção SE do município, sendo elas a extinta FAÉ, a Reprocessa e a Tonolli (atual Italspeed). As duas primeiras trabalham com reprocessamento de produtos industriais e a última com metais. Hoje, essas empresas estão localizadas na Zona Industrial, porém, são pólos isolados situados entre bairros residenciais e de área de expansão urbana. Quando essas empresas foram para a região, por volta dos anos 80 o interesse municipal era a atração de indústrias, uma vez que se acreditava que as mesmas poderiam trazer maior desenvolvimento para a cidade.

Foi realizado por parte da CETESB um estudo sobre a localização da fábrica, o qual resultou em um relatório, porém, como houve a consolidação das mesmas, foi solicitado pelo governo do estado um estudo posterior a respeito da localização das fábricas de potencial poluidor para a cidade. Contudo, tal relatório caiu em esquecimento dos órgãos gestores do município, e em decorrência disso houve algumas consequências que estão presentes na cidade até hoje, tais como: uma zona industrial localizada em área de nascente e de expansão urbana, cuja predominância dos ventos é no sentido fábrica-centro, poluição ambiental e consequência na qualidade de vida dos moradores do entorno entre outros. Uns dos pesquisadores deste relatório foi Molion e Ab'Saber(1980), sendo que este último foi também cidadão do Médio Vale do Paraíba, e também preocupado com as consequências daquele novo setor de indústria instalado em Caçapava (Ab'Saber, 1980).

2.2.2 O caso da Extinta FAÉ

Dentre estas empresas citadas acima, a FAÉ S/A Indústrias e Comércio de Metais, representada na figura 5, trabalhava com a produção de lingotes de chumbo a partir da reciclagem de baterias automotivas. Esta empresa foi fechada por cometer crimes ambientais e ainda está sendo processada

judicialmente pelo município, fato que impossibilitou a pesquisa em laudos e relatórios realizados pelo Município sobre o caso. A foto 1 ilustra a fábrica e seu depósito de escória de chumbo a céu aberto, durante sua época de funcionamento:

Foto 1: Indústria Faé com depósito a de escória de chumbo “céu aberto”.



Fonte: Costa et. al. (2008) apud Damilano (2006).

Esta indústria está localizada na porção SE do município, em área de uso industrial, de acordo com o zoneamento municipal, como observado no mapa 2:

Inserida em uma área periurbana, a região do entorno da fábrica é marcada por um uso e ocupação do solo rural, com criação de gado leiteiro e pequena produção hortifrutigranjeira, circundada por considerável número de nascentes e pequenos córregos. Foram realizados trabalhos de campo na instalação da fábrica no mês de setembro e outubro. A foto 2 retrata o flagrante de gado pastando na área de instalação da fábrica:

Mapa 2: Localização da fábrica Faé, Caçapava – SP.

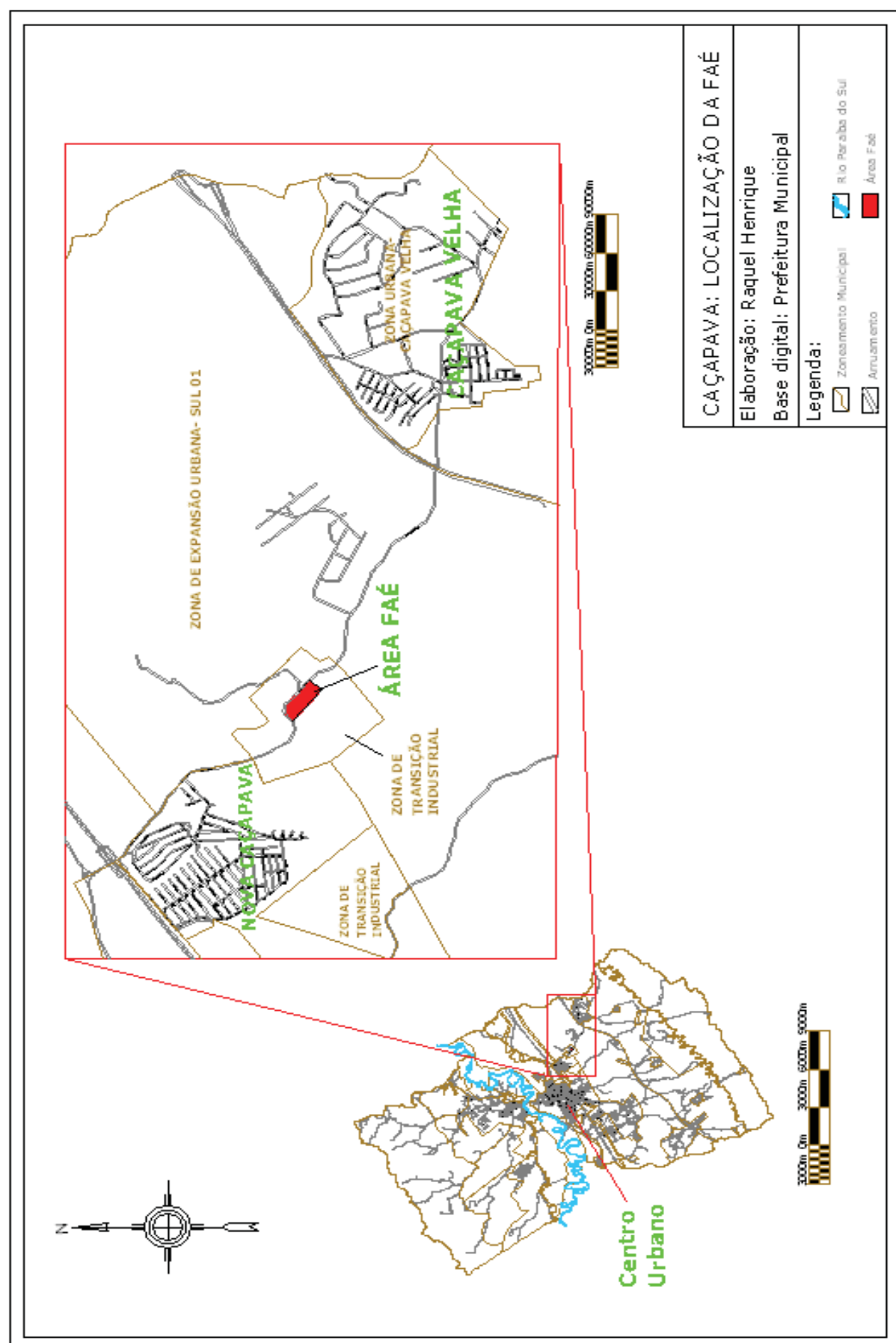


Foto 2: Animais pastando nas localidades da fábrica Faé.



Fonte: Henrique, 2012.

Percebe-se na fotografia a cima carcaças de bovinos, o que pode fomentar a hipótese abordada por alguns *sites* e *blogs* que divulgam o caso da fábrica Faé, de que a área tem sido utilizada além de um meio de pastagem como também local de matadouro de animais.

A foto 3 retrata um panorama do entorno da fábrica. Ao fundo existe um estábulo, que funciona como uma ordenha. O local mais verde no canto esquerdo retratado na fotografia são taboas, na área de encharcamento do córrego que passa a beira da Faé.

Foto 3: Vista do entorno da fábrica.



Fonte: Henrique, 2012.

O principal agravante neste caso é que dentro do galpão da fábrica encontram-se escória de chumbo armazenada de modo irregular, estando exposta a ação do tempo e possivelmente contaminando o solo. Em conversas informais com antigos trabalhadores desta empresa, obteve-se a informação de que há toneladas de escória do chumbo contidas em estruturas de concreto além de suspeita de que uma parte deste residual esteja enterrado no solo. Ambas as destinações a este residual relatado são modos também irregulares de armazenamento. A fotografia 4 apresenta este depósito de escória de chumbo no interior da fábrica e a foto 5 retrata os galpões, possíveis armazenamento irregular para o resíduo contaminado. Observa-se na foto 5 a presença de taboa e uma área alagada ao lado do que pode ser uma estrutura de armazenamento para a escória de chumbo.

Foto 4: Escória de chumbo e entulho no interior da fabrica.



Fonte: Henrique, 2012.

Foto 5: Estrutura de concreto.



Fonte: Henrique, 2012.

Os trabalhos de campo puderam constatar que as condições das instalações da Faé são de completo abandono. Sem nenhuma proteção que restrinja o acesso a fábrica, as estruturas estão em ruínas além existir no local antigos tanques utilizados no processo fabril com água parada, podendo, além de contribuir para a contaminação do ambiente, servir como meio favorável à proliferação do inseto transmissor da dengue e entre outros, por exemplo. As fotografias 6, 7 e 8 retratam essas condições:

Foto 6: Entrada da fábrica Faé.



Fonte: Henrique, 2012.

Foto 7: Estruturas da Faé em ruínas.



Fonte: Henrique, 2012.

Foto 8: Tanques cheio de água parada.



Fonte: Henrique, 2012.

Na cidade, a polêmica sobre a situação da FAÉ é ainda muito presente, porque como esta se encontra há anos desativada, suas instalações, bem como seus resíduos, sofrem as intempéries do tempo, sendo hoje potencial poluidora devido ao contato e escoamento das águas da chuva, possivelmente contaminando cursos d'águas, solo e águas subterrâneas por infiltração.

É simples encontrar na Internet *sites* e *blogs* que relatam o caso, mas percebe-se uma grande dificuldade ainda se em apurar os dados confiáveis quanto a medidas de recuperação para a área, o risco de contaminação iminente para a população vizinha, animais e plantas, sem contar com a qualidade das águas.

Apesar desta dificuldade, vários estudos têm sido realizados sobre este problema ambiental, como o de Costa *et al* (2008), que realizou uma pesquisa relativa à concentração de componentes químicos em plantas do entorno da fábrica FAÉ. Foram analisadas 26 plantas, das quais, seis (23,08%) apresentaram-se em níveis de contaminação para o chumbo (*cyperus sp*, com 93 mg Kg⁻¹; *cyperus sp*, com 42 mg Kg⁻¹; *asteracea*, com 99 mg Kg⁻¹; *asteracea*, com 60 mg Kg⁻¹). A concentração crítica para o chumbo está contida na faixa de 30-300 mg Kg⁻¹.

Borges (2004) realizou um estudo intitulado “*Concentrações de cádmio no solo, água, plantas e sedimentos em áreas rurais próximas a uma indústria de reciclagem de chumbo no Vale do Rio Paraíba do Sul-SP*” no qual observou teores de cádmio (Cd) acima do limite inferior crítico nas folhas das espécies laranjeira e jabuticabeira. Também foi identificado um alto teor de cádmio nos sedimentos fluviais à jusante do aterro de resíduos químicos da fábrica. Nas amostras de água dos cursos d'águas do entorno da fábrica encontrou-se concentrações de Cd acima da classificação para águas potáveis bem como para as análises de solo, em uma profundidade de 0 – 10 cm, também se verificou um alto teor de Cd.

Okada (1997) realizou outra pesquisa denominada “*Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência da contaminação ambiental na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil*” na qual buscou fazer análises em amostras de leite de vários tipos para averiguação do teor de chumbo (Pb)

e cádmio (Cd), tendo como partida um estudo realizado pela CETESB em 1993, o qual apresentava um alto teor de chumbo nas gramíneas da região da extinta FAÉ. Neste estudo foram analisadas 139 amostras de leite *in natura* e 79 pasteurizados, sendo 9 do tipo A, 20 do tipo B e 50 do tipo C de diferentes marcas produzidos no Vale do Paraíba, totalizando então 218 amostras. Nestes, o nível encontrado de Cd foi inferior ao permitido por legislação brasileira, que é 1,0 mg Kg⁴. Já para o teor de chumbo, foram identificados que 20% das amostras continham valores de Pb acima do permitido nacionalmente, que é 0,05 mg Kg, sendo que nas amostras os valores de mínimo e máximo foram 0,01 mg Kg e 0,20 mg Kg.

Na época de funcionamento da indústria ouviam-se comentários pela cidade de que havia trabalhadores, bem como animais que pastavam na redondeza da empresa, que tiveram sua saúde afetada, por consequência do processo produtivo fabril.

O site Agsolve apresentou no dia 27 de julho de 2011 uma notícia sobre o caso Faé intitulada “Região vira depósito de lixo tóxico”, tendo como fonte a Agência Bom Dia. Nessa reportagem, além de apontarem para a problemática da contaminação por chumbo, citam uma entrevista com uma mulher de 44 anos, residente a 50 metros da Faé. A referida mulher relata que seu marido quando funcionário desta empresa adoeceu devido a alto nível de chumbo no sangue e que animais de sua propriedade morreram provavelmente em função da intoxicação por chumbo.

Apesar de haver uma Lei Complementar (nº 109, de 04 de janeiro de 1999) a respeito do Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo Municipal Caçapavense, a qual proíbe a instalação em território municipal de empresas de produção de Metais e não Ferrosos e de Ligas de Metais não Ferrosos, em 2011 esta lei foi revogada devido ao interesse político na expansão deste setor no município. De acordo com vários sites de notícias (ambientais e sindicalistas) a manifestação popular contra a esta medida, tida como antidemocrática por parte dos caçapavenses, foi imediatamente apoiada pelo sindicato dos trabalhadores e instituições ambientalistas, então em 29 de junho de 2011 restabeleceu-se a antiga Lei Complementar 109. Em anexo 1, 2, 3 e 4

constam um ofício municipal no qual justifica a revogação desta lei, apontando para o clamor popular como principal fator condicionante e em anexo 5 e 6, um folheto explicativo elaborado pelo movimento sindical Unidos Para Lutar, que comunica a sociedade sobre o movimento social contra indústrias de chumbo em Caçapava.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, como modo de realizar a investigação confirmatória da contaminação do meio ambiente por chumbo a partir desta fábrica, realizou-se 4 coletas de amostras de solo e 1 de água. As amostras de solo foram coletadas em 4 pontos distribuídos na área de propriedade da fábrica, sendo a amostra 1 próxima ao galpão da fábrica (foto 9), a amostra 2 próxima à possível forma de armazenamento clandestino (foto 10), a amostra 3 próxima ao córrego (foto 11) e a amostra 4 próxima a fábrica, em uma possível área de pastagem (foto 12). As amostras foram devidamente coletadas da camada superficial do solo, como a literatura sugere com relação à deposição do chumbo (PAOLIELLO, 2002; MOURA, 2006; PIERANGELI et al, 2000 e etc.), e posteriormente lacradas em sacos plásticos e enviadas para análise, com menos de 24 horas de coleta. A coleta de uma amostra de água superficial do córrego que passa quase no limite da fábrica (foto 13). Esta foi armazenada em garrafa de plástico e também enviada para análise em menos de 24 horas após coleta.

Fotos 9 e 10: Local de retirada das amostras 1 e 2, respectivamente.



Fonte: Henrique, 2012.

Fotos 11 e 12: Local de retirada das amostras 3 e 4, respectivamente.



Fonte: Henrique, 2012.



Foto 13: Local de retirada da amostra 5.

Fonte: Henrique, 2012.

Todas as amostras foram enviadas para análise laboratorial na Bioagri Ambiental, empresa que faz parte da Mérieux NutriSciences e presta serviços analíticos para avaliar a qualidade do meio ambiente. Para este estudo, a Bioagri forneceu um diagnóstico da presença e dosagem de metais pesados. Da mesma forma, a amostra de água bruta foi analisada atendendo integralmente às legislações vigentes no país (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; Resolução CONAMA Nº 357/05; Decreto Estadual Nº8468/76; entre outras).

Os resultados obtidos a partir das análises são demonstrados no quadro 7:

Quadro 7: Resultados analíticos das amostras.

Resultados Analíticos das amostras							
	Solo	Água	Resultado de Pb mg/kg	Resultado de Pb mg/l	Parâmetro de Pb mg/kg	Parâmetro de Pb mg/l	Valor acima (%)
Amostra 1	X		1396	-	900*	-	155,11
Amostra 2	X		762	-	900*	-	0
Amostra 3	X		1074	-	900*	-	119,33
Amostra 4	X		3095	-	900*	-	344
Amostra 5		X	-	5,6	-	0,01*/0,033*	56000* / 16969*

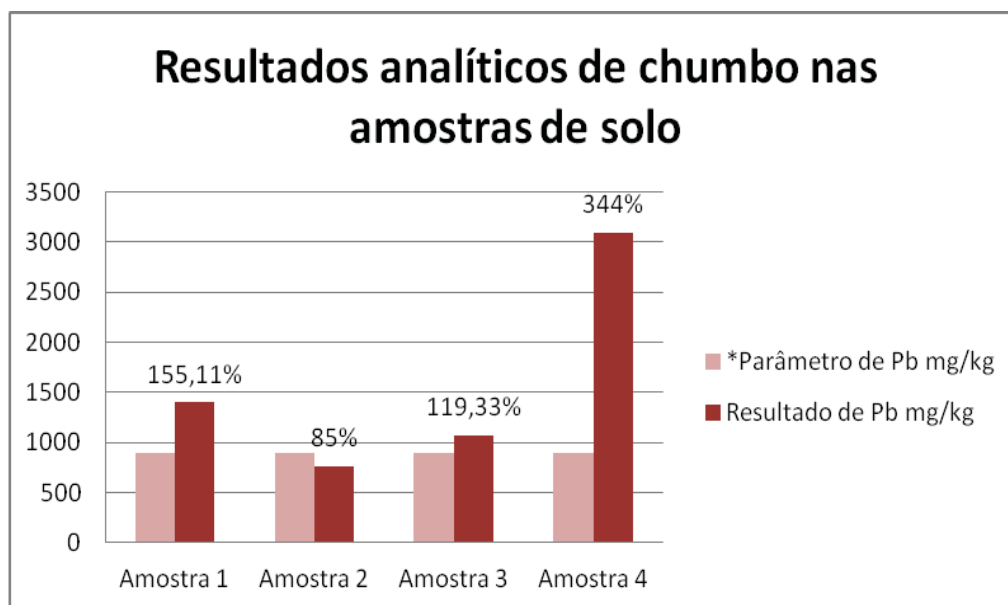
Fonte: Henrique, 2012.

900*: Valor de Investigação para o cenário industrial estabelecido pelo CONAMA 420/2009; *0,01: Padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 2914/2011 e Valor Máximo para águas doces classe 1 e 2 estabelecido pelo CONAMA 357/2005; *0,033: Valor máximo para águas doces classe 3 estabelecido pelo CONAMA 357/2005; 56000*: Valor em porcentagem acima ao padrão de potabilidade 0,01; 16969*: Valor em porcentagem acima ao padrão de potabilidade 0,03.

Como se pode observar, quase todas as amostras apontaram valores acima aos permitidos pelos respectivos padrões, exceto a amostra 2, que apresentou valor de 762 mg/kg de chumbo no solo sendo, portando, 138 mg/kg a menos do que o padrão estabelecido pela resolução CONAMA 420/2009 para ambientes industriais. Entretanto, vale apenas salientar que esta indústria está sem funcionar desde 1999. O gráfico 1 a seguir apresenta uma

comparação entre os valores encontrado nas 4 amostras de solo e o parâmetro aceitável para o solo:

Gráfico 1: Resultados analíticos de chumbo nas amostras de solo.



Fonte: Henrique, 2012.

* Parâmetro de Pb mg/kg: Valor de Investigação para cenário industrial estabelecido pelo CONAMA 420/2009.

Este gráfico ilustra os valores encontrados nas amostras, comparando com o valor de investigação estabelecido pela resolução CONAMA 420/2009. Percebe-se que a amostra 4 apresentou um valor 344% superior ao valor aceitável. Este valor apresenta-se superior a máxima de 1700 mg/kg encontrado por Leroyer et al (2000) em solo de áreas próximas a emissões industriais na França (PAOLIELLO, 2002).

Esses valores também foram superiores aos valores encontrado por Paoliello (2002) em áreas próximas a refinarias de chumbo, que foram de 26 mg/kg a 915,6 mg/kg.

Comparando com análises de solo realizada pela CETESB (2001) em áreas do polo cerâmico de Santa Gertrudes – SP, que obteve valor de 529 mg/kg de chumbo no solo, em profundidade de 0 a 20 cm (MOURA, 2006),

todos os valores encontrados nesta pesquisa encontram-se superiores a este, em nível de contaminação. Moura (2006) ainda apresenta que, em profundidades de 50 a 60 cm no solo neste mesmo local, a CETESB (2001) encontrou teor máximo de chumbo em 2890 mg/kg. A amostra 4, analisada neste trabalho, apresenta também valor superior a este em concentração de chumbo no solo.

Okada et al (1997) expõem em sua pesquisa que em 1993 a CETESB, em análises de sedimentos, água e gramínea para a verificação da concentração de chumbo na região da indústria Faé, encontrou valores em até 300 vezes superiores aos considerados normais. Nesta pesquisa, para a verificação de amostras de água e solos, foram encontrados valores entre 119,33% a 56000% superiores aos parâmetros aceitáveis de concentração de Pb. Só a amostra de água, se considerada pelo parâmetro de potabilidade, está 560 vezes superior.

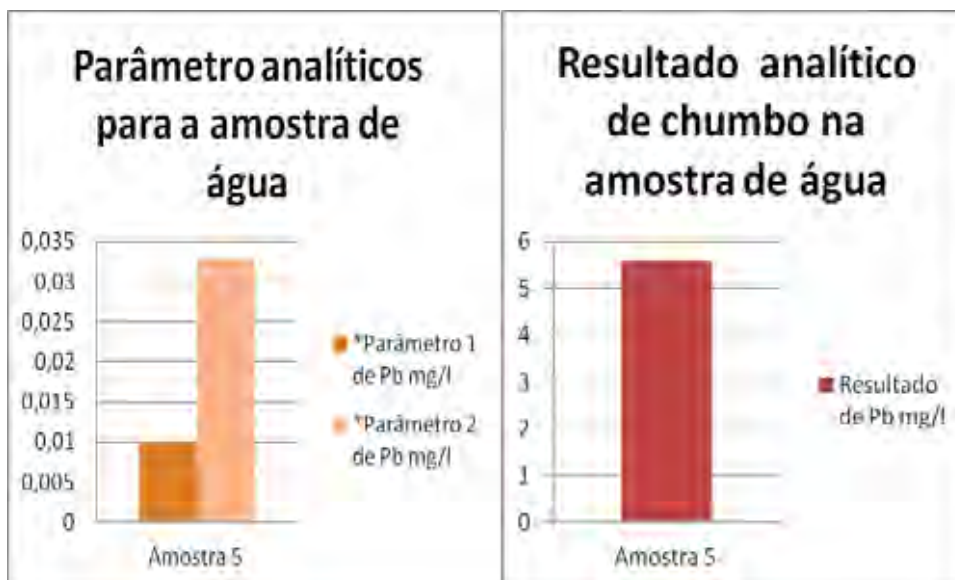
Com relação a amostra 5, da água superficial do córrego, foi encontrado o valor de 5,6 mg/l de chumbo. Mesmo utilizando-se o padrão de potabilidade, estabelecido pela Portaria 2914/2011 para a água potável, sendo 0,01mg/l ou utilizando-se os Valores Máximos permitidos para águas superficiais classe 1, 2 e 3, o valor da amostra 5 permanece muito acima.

Figueiredo et al (2004) em análises da água superficial do Alto Vale do Ribeira, para a verificação da contaminação por chumbo, não encontraram valores acima ao estabelecido para o padrão de potabilidade, que é 0,01 mg/l. Tal fato pode ter relação ao pH acima de 8 encontrado neste rio, o que não favorece a liberação de metais pesados dos sedimentos para a água. Os mesmos autores nesta pesquisa, assim como Paoliello (2002), analisaram a água da torneira, que também se apresentou inferior ao limite máximo de potabilidade. Nesta pesquisa, a concentração de chumbo encontrada na água do córrego pode ser observada também se comparando os gráficos 2 e 3.

Com relação aos gráficos 2 e 3, podemos observar que a barra da concentração de chumbo verificado na amostra 5 atinge valores muito superiores aos dois parâmetros apresentados. Optou-se por apresentar dois gráficos exatamente porque os valores diferiram muito, se reunisse em um

gráfico todas as informações o intervalo de dados seriam de 0,01 a 6, o que omitiria algumas informações devido as generalizações.

Gráficos 2 e 3: *Parâmetro analíticos para a amostra de água e Resultado analítico de chumbo na amostra de água, respectivamente.*



Fonte: Henrique, 2012.

*0,01: Padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 2914/2011 e Valor Máximo para águas doces classe 1 e 2 estabelecido pelo CONAMA 357/2005; *0,033: Valor máximo para águas doces classe 3 estabelecido pelo CONAMA 357/2005;

Silva et al (2011) analisaram o teor de chumbo nas águas superficiais próximas a duas fábricas de bateria automotiva no município Belo Jardim – PE, coletando amostras de água no período chuvoso e seco. Os valores identificados foram uma máxima de 34,77mg/l no período chuvoso e uma máxima de 2,71 mg/l no período seco. Apesar da coleta da amostra de água superficial neste trabalho ter ocorrido no começo de outubro, enquadrando-se então no início da primavera com regime de chuva mais intenso do que no inverno, o tempo em Caçapava estava seco, completando vários dias sem chover. Então, se compararmos o valor da amostra 5 (5,6 mg/l) com a máxima obtida no trabalho de Silva et al (2001) durante o período seco, tem-se que a amostra 5 obtém valor maior na concentração de chumbo. Se compararmos esta mesma amostra de água com a máxima do período chuvoso do outro trabalho, obtém um valor inferior. Porém, a segunda máxima de Silva et al

(2011) no período chuvoso foi de 4,42 mg/l, valor inferior a obtida neste trabalho.

Farias et al (2007) realizaram o monitoramento da qualidade ambiental da água do Rio Cabelo, localizado próximo ao distrito industrial de Mangabeira - PB, coletando 6 amostras de água para averiguação dos teores de metais pesados. Destas, 2 amostras demonstraram valores acima ao parâmetro 0,033 mg/l para o chumbo, estabelecido pelo CONAMA 357/2005 para esse metal nos rios de classe 3.

Costa et al. (2008) em seus estudos na região da fábrica Faé, quantificando os teores de metais pesados na água, sedimentos fluviais e plantas desenvolvidas, como apresentado em outro capítulo, não identificou para a água valores acima do aceitável pelos parâmetros ambientais. Este trabalho, analisando a mesma área, já demonstram valores que excedem aos mesmos parâmetros ambientais.

Por mais que o número de amostragem neste trabalho, não tenha sido expressivo, seus valores apontam para a contaminação ambiental naquela área em detrimento do chumbo. A partir desses resultados, faz-se necessário uma investigação mais criteriosa, que abranja também outros metais, a exemplo o cádmio, que também pode estar sendo um agente contaminante naquela área.

CAPÍTULO 3 – O IMPACTO DO CHUMBO PARA A SAÚDE PÚBLICA

3.1. Níveis de chumbo no sangue

O chumbo é um metal que não possui nenhuma função fisiológica no corpo humano (SADAO, 2002; PAOLIELLO, 2002; MACHADO, 2002; MOREIRA & MOREIRA, 2004b; MAVROPOULOS, 1999). Várias são suas fontes de exposição, podendo ser absorvido pelo organismo humano através de três vias: cutânea, oral e respiratória. Em razão disto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda constantes realizações de estudos a cerca da exposição humana a este metal (WHO, 1992 apud BRASIL, 2009a).

O sangue é uma importante via de análise para a intoxicação por chumbo, pois é através deste, após absorvido, que o metal se distribuirá no organismo humano. E, também, análises de sangue podem apresentar se houve exposição recente do indivíduo ao metal uma vez que, após absorvido, ele permanece no sangue de 1 a 2 meses (KLAASSEN, 1991 apud MINOZZO, 2008). Neste caso, é importante se conhecer o processo histórico do indivíduo para saber se este sofreu exposições passadas ao metal, pois o chumbo que fica armazenado nos ossos pode ser liberado novamente a corrente sanguínea. No entanto, análise sanguínea não deixa de ser uma importante ferramenta para o diagnóstico de contaminação, realizada através de espectrofotometria de absorção atômica em forno de grafite, por detectar baixas concentrações, com baixo desvio padrão (BRASIL, 2009a). Outros exames também podem ser realizados como o Raio X de pulso e joelho (MEDITEX, 1998 apud BRASIL, 2009a).

O chumbo, dentre várias alterações no metabolismo normal do corpo humano, pode afetar a biossíntese de heme que desencadeia outras séries de reações. Esta alteração, em análise sanguínea, serve como um indicativo de contaminação para um diagnóstico precoce (SADAO, 2002; MAVROPOULOS, 1999; HENRETING, 2002 apud MINOZZO, 2008).

Como consequência desta preocupação aos efeitos do chumbo no organismo humano, várias instituições estabeleceram índices de concentração

de chumbo no sangue. A tabela 7 apresenta os índices propostos por algumas destas instituições:

Tabela 7: Concentração de chumbo no sangue, de acordo com algumas agências regulamentadoras.

Agência	Descrição	Informação	Referência
ACGIH	Índices de Exposição Biológicos		ACGIH, 1990
	- em sangue	50 µg/dL	
	- em urina	150 µg/g creatinina	
Brasil	Valor de Referência da Normalidade em sangue	até 40 µg/dL	Ministério do Trabalho - Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978
	Índice Biológico Máximo Permitido em sangue	60 µg/dL	
CDC	Níveis de alerta de chumbo em sangue de crianças	10 µg/dL	CDC, 1991
OSHA	Níveis de alerta de chumbo em sangue	40 µg/dL	OSHA, 1978; EPA, 1978

Fonte: ATSDR, 1993 apud Paoliello, 2002.

No Brasil, a Norma Reguladora nº 7 (NR7) da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho de 29 de dezembro de 1994, vem determinar os valores de índices biológicos máximos permitido para o organismo humano (LARINI et al., 1997 apud MINOZZO, 2008; JACOB et al., 2002 apud MINOZZO, 2008). Esta NR 7 apresenta como Valor de Referência da Normalidade (VR) até 40 µg/dl, sendo o valor possível se encontrado em pessoas não expostas ocupacionalmente; e o Índice Biológico Máximo Permitido igual a 60 µg/dl, sendo o valor máximo dentro do qual as pessoas expostas ocupacionalmente expostas não correm risco à saúde, acima deste valor significa exposição excessiva.

De acordo com Paoliello e Chasin (2001) fatores como hábitos

alimentares, uso de fumo ou bebidas alcoólicas, idade, sexo, etnia, estação do ano da coleta de amostragem e entre outros interferem nos valores obtidos sobre a concentração de chumbo no sangue de adultos. Por isto, não se encontra um valor de referência internacional para a concentração do metal no sangue de adultos.

Segundo Paoliello (2002), nas últimas décadas os padrões que definem os níveis aceitáveis de chumbo no sangue das crianças vem mudando e uma razão disto ocorrer são estudos que evidenciam que, mesmo em níveis baixos de concentração de chumbo no sangue, há efeitos adversos à saúde das crianças.

O Center for Disease Control (CDC) propões uma interpretação para os níveis de chumbo no sangue e atividades de acompanhamento. O quadro 8 apresenta essas informações:

Quadro 8: Interpretação da concentração de chumbo encontrado no sangue de crianças.

Classe	Pb m g/dl	Comentários
I	£ 9	Criança considerada não intoxicada
IIA	10 a 14	A presença de grande proporção de crianças com estes níveis indica atividades de prevenção; as crianças devem ser reexaminadas com frequência
IIB	15 a 19	Criança deve receber intervenção nutricional e educacional; se persistem estes níveis devem ser feitas investigações ambientais
III	20 a 44	Deve ser feita investigação ambiental; a criança deve ser vista por médico para avaliação da necessidade de tratamento da intoxicação*
IV	45 a 69	Deve ser feita investigação ambiental; a criança deve receber tratamento de intoxicação inclusive com quelação
V	³ 70	É uma emergência médica. Tratamento e manejo ambiental devem ser feitos imediatamente

Fonte: CDC, 1992 apud BRASIL, 2009a.

* O Tratamento da intoxicação por chumbo deve ser feito em ambiente hospitalar devido aos efeitos colaterais (MEDITEXT, 1998 apud BRASIL, 2009a).

A tabela 8 apresenta os níveis de chumbo no sangue em crianças residentes em áreas próximas a fontes de emissão do metal, em vários locais do mundo:

Tabela 8: Níveis médio de chumbo no sangue em crianças residentes próximas a fonte de emissão do metal.

Local	Fonte	Proximidade da fonte	Idade (anos)	Exposto		Controle	
				n	PbS	n	PbS
Bélgica	Fundição de chumbo	< 1 km	11	43	27,8	29 (urbana)	12,7
						42 (rural)	10,7
Norte da França	Fundição de metais		8 a 12	200	3,97 ^a	200	3,06
Montevideu, Uruguai	Fundição de metais (atividades encerradas)	2 km	até 14	49	11,8	34	10
Santo Amaro da Purificação, Bahia, Brasil	Fundição de chumbo	até 900 m	1 a 9	555	58,7		
Adrianópolis, Paraná, Brasil	Fundição de chumbo (atividades encerradas)	500 m a 2 km	7 a 14	94	11,25 ^b	40	1,8 ^b
Antofagasta, Chile	Locais de armazenagem de chumbo	400 m	até 2	486	8,7 ^a	75	4,22
Mumbai, Índia	Indústria		6 a 10	21	14,4 ^a		

média geométrica; ^b mediana

Fonte: Paoliello & Chasin, 2001.

3.2 Toxicologia

3.2.1 Absorção

Segundo Moreira & Moreira (2004b) a absorção do chumbo no organismo é influenciada pela rota de exposição, espécie química, tamanho da

partícula, solubilidade em água e variações específicas fisiológicas e patológicas. Quanto ao elemento, deve-se considerar o tempo e quantidade de exposição e característica física e química. Quanto ao indivíduo, considera-se a idade, estado fisiológico, condição nutricional e fatores genéticos (PAOLIELLO, 2002).

Há três vias de absorção humana ao chumbo, sendo elas:

- *Via respiratória*

A via de absorção respiratória é principal via de absorção ocupacional, podendo ser absorvido pela inalação de vapores, fumos ou poeira (SADAO, 2002; MACHADO, 2002; PAOLIELLO, 2002).

Segundo Sadao (2002), esta absorção varia com a forma e a concentração do metal e com a variação patológica e fisiológica do indivíduo. De acordo com este autor, aproximadamente 90% das partículas de chumbo inaladas são absorvidas ou como carbonato de chumbo ou por fagocitose.

A absorção por inalação envolve dois processos: a deposição das partículas no pulmão e a remoção e absorção para a circulação. A inalação destes particulados vai depender do tamanho dessas partículas como da taxa de ventilação no ambiente (WHO, 1995 apud PAOLIELLO, 2002). Além destas variáveis, fatores como densidade, forma química, solubilidade, ritmo respiratório e duração da exposição também inferem na inalação deste metal. A via respiratória pode absorver tanto o chumbo orgânico, tetraetila e tetrametila, quanto o inorgânico, sais e óxidos de chumbo (MAVROPOULOS, 1999). Outro fator que deve-se considerar, compartilhado por Fausto (2009), é o esforço físico realizado durante uma exposição ao chumbo, que pode aumentar a capacidade de absorção devido ao aumento da frequência do ar inalado.

Cerca de 39 a 47% do chumbo inalado permanece nos pulmões sendo que as partículas de pequenas dimensões conseguem atingir os alvéolos pulmonares. Uma parte destas partículas migram para o epitélio ciliado por fagocitose e assim seguem para a faringe podendo ser expectoradas ou deglutinadas (de modo que pode ser absorvido no trato intestinal). Outra

parcela destas partículas presentes nos alvéolos consegue ser absorvidas na corrente sanguínea (LAWERYYS, 1972 apud MACHADO, 2002).

- *Via oral*

A absorção do metal por esta via é responsável pela maior parte das intoxicações domésticas e sua absorção se dá pelo intestino delgado relacionado aos níveis de cálcio, magnésio, ferro, fósforo e vitamina D (LARINE, 1993 apud MAVROPOULOS, 1999; MOREIRA & MOREIRA, 2004b).

Segundo WHO (1995) apud Paoliello (2002) a absorção gastrintestinal tem relação direta com a dieta do indivíduo, estado nutricional e a forma química do metal. E, geralmente, uma intoxicação via intestinal sem a exposição ocupacional ocorre devido a alimentos, bebidas, poeira e solo contaminados.

Sadao (2002) ressalta ainda que, além da dieta, o estado de jejum, a ingestão de proteínas e a presença de cálcio, ferro e fósforo são condicionantes na absorção digestiva. A deficiência destes nutrientes pode aumentar a absorção de chumbo, provavelmente pela competição entre estes pelo mesmo mecanismo de transporte.

A absorção gastrintestinal pode aumentar em mulheres grávidas devido a um aumento da mobilização do chumbo dos ossos. Fato que pode ser verificado com o aumento da concentração do chumbo no sangue de grávidas no último trimestre de gestação (ATSDR, 1992 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b).

A tendência de crianças pequenas serem mais afetadas por esta forma de absorção do chumbo consiste em sua proximidade com o chão ao brincarem, portanto, expostas a poeira e solo contaminados e sua tendência natural de levarem as mãos a boca durante as atividades (PAOLIELLO, 2002).

A absorção de chumbo por esta via é aproximadamente 10% nos adultos, podendo chegar a 50% quando ingerido como solução (SADAO, 2002). Já a absorção a partir da dieta é aproximadamente: para as crianças 50% e para os adultos 15% (PAOLIELLO, 2002).

- *Via cutânea*

Mais recorrente em exposição ocupacional, esta via de absorção é possível somente aos compostos orgânicos de chumbo como o tetraetila e o tetrametila, uma vez que são lipossolúveis (MAVROPOULOS, 1999; SADAQ, 2002; FAUSTO, 2009).

3.2.2 Distribuição

Após absorvido no organismo, o chumbo não é distribuído de maneira homogênea no organismo, mas ocorre de maneira similar independente da via de absorção (MAVROPOULOS, 1999; ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002; WHO, 1995 apud PAOLIELLO, 2002).

Através da corrente sanguínea, o chumbo (cerca de 95% associado aos eritrócitos e 5% ao plasma) é distribuído aos tecidos moles, como fígado e rins, e aos tecidos rígidos, ossos e dentes. Os ossos são as principais fontes de armazenamento do chumbo no organismo, cerca de 90% deste chumbo é encontrado na forma de trifosfato (MAVROPOULOS, 1999; PAOLIELLO, 2002; ATSDR, 1992 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b; SADAQ, 2002).

Há uma relação entre o chumbo e o cálcio, em um processo de competição, quanto maior a quantidade de cálcio ingerido menor a absorção do metal (OGA, 1996 apud MACHADO, 2002; LAUWERYS, 1972 apud MACHADO, 2002; SADAQ, 2002). Relação também ocorre com o fosfato, quanto mais deste elemento disponível maior será a deposição de chumbo nos ossos e quanto menor a disponibilidade de fosfato, maior será a deposição de chumbo nos tecidos moles (MACHADO, 2002).

O sangue é o meio de permanência mais transitório para o chumbo no organismo, podendo atingir uma meia-vida de até 36 dias. Já os ossos podem armazenar o chumbo em aproximadamente 25 anos (JAMA, 1994 apud MAVROPOULOS, 1999) ou 27 anos. Nos tecido moles pode apresentar meia-vida de até 40 dias (WHO, 1995 apud PAOLIELLO, 2002; ATSDR, 1999 apud

PAOLIELLO, 2002; IPCS, 1995 apud MAVROPOULOS, 1999; MOREIRA & MOREIRA, 2004b; MACHADO, 2002).

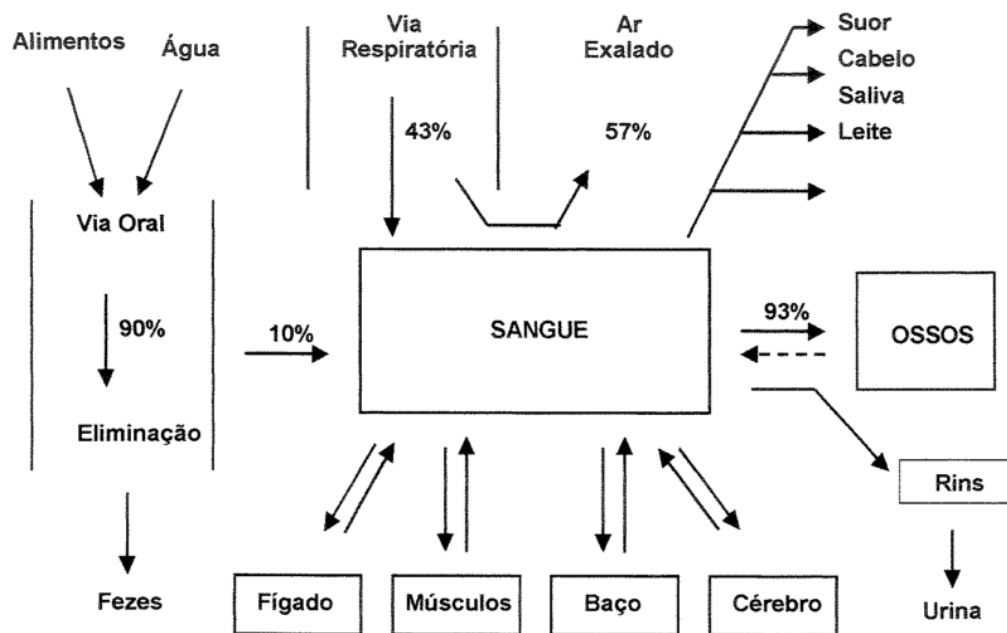
De todo o teor de chumbo presente no organismo humano, encontram-se nos ossos cerca de 94% do metal para o adulto e 73% do metal para a criança. Esse compartimento humano funciona como uma fonte endógena para todo o organismo, pois pode fornecer o metal novamente para a corrente sanguínea e outros órgãos mesmo a um longo tempo após a intoxicação (WHO, 1995 apud PAOLIELLO, 2002). Estudos sobre a liberação de chumbo dos ossos para a circulação sanguínea mostraram que 40 a 70% do metal são provenientes do esqueleto (SMITH et al., 1996 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b). E que o osso influencia a concentração de chumbo no plasma de modo independente da influencia no eritrocitário (MOREIRA & MOREIRA, 2004b).

Segundo Hirata et al. (1995) apud Moreira & Moreira (2004a), a determinação de chumbo no plasma é uma medida mais exata do que no sangue para a avaliação da exposição, especialmente em níveis elevados. O plasma é o que contem o Pb livre para cruzar as membranas celulares e causar seus efeitos tóxicos. Porém a uma grande dificuldade em se analisar a concentração de chumbo no plasma (BERGDAHL et al., 1997 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b; TSAIH et al., 1999 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b).

O chumbo está presente no cérebro em concentrações baixas, mesmo havendo a sua travessia na barreira hemato-encefálica. Também está presente na placenta da mãe, que transfere para o feto cerca de 57,4% do nível de chumbo e no sangue do feto, há quase sempre a mesma concentração encontrada no sangue da mãe (NASHASHIBI et al., 1999 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b; SADAIO, 2002).

Considerando a deposição do chumbo no organismo e seu tempo de meia-vida, considera-se que o chumbo nos ossos reflete uma exposição de longa duração e o chumbo nos tecidos moles e fluídos representam uma exposição recente. O fígado e os rins são os mais prejudicados por essa deposição (MACHADO, 2002; SADAIO, 2002). A figura 4 apresenta um esquema da relação do chumbo absorvido e o corpo humano:

Figura 4: Esquema da relação do chumbo e o corpo humano.



Fonte: Siqueira (sem data) apud Machado (2002).

3.2.3 Excreção

A excreção do chumbo do organismo humano é, principalmente, através das fezes e urina (MOREIRA & MOREIRA, 2004b; PAOLIELLO, 2002; SADAQ, 2002). O metal que não foi absorvido pelo trato gastrointestinal é eliminado na forma de fezes (PAOLIELLO, 2002). A eliminação do chumbo por estas vias dependem de fatores como a idade do indivíduo afetado, características da exposição e espécie. Há estudos que comprovam que criança tende a excretar o metal em menor quantidade que um adulto (MOREIRA & MOREIRA, 2004b; WHO, 1995 apud PAOLIELLO, 2002).

De acordo com WHO (1995) apud Paoliello (2002), de toda a concentração de chumbo absorvido, 60% fica retido no organismo humano e 40% é excretado. Há uma grande dificuldade em se distinguir o chumbo não absorvido e o excretado após a absorção (SARYAN & ZENZ, 1994 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b).

A baixa concentração, a urina excreta mais o chumbo do que a fezes. Entretanto, um experimento analisando o total excretado em urina e fezes em voluntários que receberam chumbo, obtiveram resultados que indicaram que a rota fecal pode contribuir de forma semelhante à urinária (SARYAN & ZENZ, 1994 apud MOREIRA & MOREIRA, 2004b).

Autores apontam, aproximadamente, para a seguinte relação de excreção do chumbo: urina em 75 a 80%, fezes cerca de 15%, suor, cutânea, cabelo e unha em 8% e leite materno em 1% (SIQUEIRA, sem data apud MACHADO, 2002; RABINOWITZ & COL, 1973 apud MACHADO, 2002; MOREIRA & MOREIRA, 2004b; SADAQ, 2002). Segundo Roujas (1993) apud Fausto (2009) a excreção do metal em altas doses via urinária é predominante sobre as fezes.

3.2.4 Intoxicação

A intoxicação por chumbo pode causar efeitos à saúde clínicos (efeitos visíveis) ou bioquímicos (efeitos sutis) e de curto a longo período. Seus elementos podem causar interferências no funcionamento de membranas celulares e no processo de algumas enzimas (podendo alterar o metabolismo de algumas funções do ferro, manganês e zinco). O sistema nervoso, os rins e a medula óssea são os mais afetados. Seus efeitos tóxicos agem alterando o sistema nervoso e a síntese de heme, neste último agindo sobre os glóbulos vermelhos e células eritropoiéticas na medula óssea, resultando na inibição da síntese da hemoglobina (como, por exemplo, a inibição da atividade da ATPase na membrana e perda de potássio), redução do tempo de vida dos eritrócitos e estimulação da eritropoiese. Esta alteração, em análise sanguínea, serve como um indicativo de contaminação para um diagnóstico precoce (SADAQ, 2002; MAVROPOULOS, 1999; HENRETING, 2002 apud MINOZZO, 2008).

Como resultado a uma exposição excessiva ao chumbo, além do comprometimento do sistema nervoso central e hematopoiético, há o comprometimento do sistema renal, gastrointestinal, cardiovascular,

muscoloesquelético e reprodutor (BRASIL, 2006; BRITO FILHO, 1998 apud SCHIFER, 2005; LARINI et al., 1997 apud SCHIFER, 2005; PAOLIELLO, 2002; PAOLIELLO & CHASIN, 2001).

O nível de chumbo no sangue é utilizado como referencial para determinação da exposição humana a esse metal. Ele determina a quantidade biologicamente ativa no organismo (ZWENNIS et al., 1990 apud PAOLIELLO, 2002; SCHIFER, 2005). Mas para se inferir a cerca da contaminação de um indivíduo através análise de sangue deve-se considerar o histórico de exposição ao metal, uma vez que este se acumula nos ossos e pode ser liberado novamente para a corrente sanguínea e tecidos moles, portanto, na análise pode constar uma intoxicação recente e exposições passadas (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002; SCHIFER, 2005).

Segundo a ATSDR (1999) apud Paoliello (2002) foram realizados quatro estudos (FANNING, 1988; MALCOLM, BARNETT, 1982; MICHAELS et al., 1991; McDONALD, POTTER, 1996) que relataram o aumento da mortalidade de trabalhadores expostos ao chumbo por doença cerebrovascular.

A partir de concentrações sanguíneas de chumbo em 25µg/dl em adultos, é possível perceber os primeiros efeitos clínicos, de modo que com o aumento da concentração do metal no sangue aumenta-se a severidade dos sintomas no ser humano (OCCUPATIONAL BRANCH, 2001 apud BRASIL, 2006; LANDRIGAN, 1994 apud BRASIL, 2006; ALESSIO, 1981 apud BRASIL, 2006; MACHADO, 2002).

Os primeiros sinais clínicos no homem abrangem o sistema nervoso e gastrointestinais sendo a fadiga, a irritabilidade, o distúrbio do sono, a cefaleia, a dificuldade de concentração, as cólicas abdominais, a anorexia, a diarreia e entre outros. Também a relação à evolução para quadros crônicos manifestando-se por meio de nefropatia com gota, insuficiência renal crônica, encefalopatia crônica e aguda (confusão mental, cefaleia, vertigem, tremores, convulsão delírio e coma) e neuropatia periférica grave (com paralisia do músculo atingido, geralmente o nervo radial) (ALESSIO, 1981 apud BRASIL, 2006; PAOLIELLO, 2002; MOREIRA & MOREIRA, 2004a; MACHADO, 2002;

BRITO FILHO, 1998 apud SCHIFER, 2005; LANDRIGAN, 1989 apud SCHIFER, 2005; PAOLIELLO & CHASIN, 2001).

Em adultos com concentrações de chumbo no sangue na faixa de 40 a 120 µg/dl observam-se neurotoxicidade: mal-estar, esquecimento, letargia, dor de cabeça, fadiga, impotência, diminuição da libido e entre outros. Estudos realizados com trabalhadores expostos ao chumbo demonstraram diminuição no tempo de reação, na destreza manual, no QI e cognição em níveis do metal entre 50 a 80 µg/dl (ATSDR, 1993 apud PAOLIELLO, 2002; MACHADO, 2002; SCHIFER, 2005).

Em crianças, a partir da concentração 80-100 µg/dl de chumbo no sangue, associa-se o surgimento de encefalopatia aguda. Em níveis acima de 40-60 µg/dl do metal no sangue, observa-se uma diminuição dos valores de QI e deficiências neurofisiológicas (ATSDR, 1993 apud PAOLIELLO, 2002). Porém há estudos que relacionam deficiências no QI em crianças a partir de 30µg/dl (FULTON et al., 1987 apud PAOLIELLO, 2002; WANG et al., 1989 apud ATSDR, 1993 apud PAOLIELLO, 2002). Também foram observados o aumento de problemas como falta de atenção e hiperatividade em crianças com níveis iguais a 11,1 µg/dl (SILVA et al., 1988 apud ATSDR, 1993 apud PAOLIELLO, 2002). Evidências para neuropatia periféricas em crianças foram encontradas em níveis 20-30 µg/dl (ATSDR, 1993 apud PAOLIELLO, 2002).

Mesmo em níveis de concentração de chumbo no sangue, antes considerados seguros, há estudos que demonstram efeitos negativos a saúde humana (REPKO & CORUM, 1984 apud BRASIL, 2006; PASTERNAK et al, [199-?] apud BRASIL, 2006; MINOZZO, 2008).

Em níveis de 40 µg/dl de chumbo no sangue os homens estão expostos a sofrerem uma redução na contagem numérica de espermatozoides (WEIZAECKER, 2003 apud BRASIL, 2006; GENNART et al., 1992 apud PAOLIELLO, 2002; ALEXANDER et al., 1996 apud PAOLIELLO, 2002) e as mulheres são desaconselhadas a engravidar a partir de concentrações em 20 µg/dl devido a capacidade do chumbo atravessar a placenta, ocasionando danos ao desenvolvimento cognitivo do feto (LANDRIGAN, 1975 apud BRASIL; ALVARENGA, 2003). Mas devem-se considerar também outros fatores como

dieta, hábitos de fumar e beber, uso crônico de medicamentos, fatores genéticos e entre outros para se inferir sobre a fertilidade humana (ATSDR, 1993 apud PAOLIELLO, 2002).

A anemia provocada pela exposição ao chumbo é em decorrência de dois mecanismos principais: o prejuízo na biossíntese de heme e o aumento da taxa de destruição das células vermelhas (PAOLIELLO, 2002; MACHADO, 2002; SCHIFER, 2005).

Segundo a ATSDR (1993) apud Paoliello (2002), os sintomas decorrentes de uma nefropatia aguda induzida pelo chumbo são passíveis de serem reversíveis, já os efeitos em decorrência a uma nefropatia crônica também em razão a exposição ao metal é irreversível.

Quanto à capacidade do chumbo em ocasionar câncer, estudos com animais demonstraram que quando expostos a altas concentrações do metal são carcinogênicos sendo, portanto, o composto inorgânico classificado no grupo 2B: prováveis carcinogênicos para humanos (ATSDR, 1999 apud PAOLIELLO, 2002; STEENLAND, 1992 apud MINOZZO, 2008).

No quadro 9 serão apresentados os sintomas mais frequentes decorrentes da intoxicação por chumbo, de acordo com a gravidade da mesma:

O quadro 10 traz a classificação dos sintomas de acordo com a evolução da doença e o quadro 11 apresenta os quadros clínicos que podem se desenvolver em decorrência de uma exposição ao chumbo de acordo com a Portaria nº 1339 de 18 de novembro de 1999, do Ministério da Saúde:

Quadro 9: Sintomas e sinais frequentes decorrentes da intoxicação por chumbo, segundo a gravidade da intoxicação.

Leve	Moderada	Grave
Mialgia	Cefaléia	Encefalopatia
Irritabilidade	Vômitos	Neuropatia motora
Prestesia	Náuseas	Convulsões
Fadiga leve	Fadiga severa	Coma
Dor abdominal intermitente	Dor abdominal difusa e frequente	Cólica abdominal aguda
Letargia	Perda de peso	Linha gengival de Burton
	Redução da libido	Nefropatia
	Constipação intestinal	
	Tremores	
	Mialgia, parestesia, artralgia	
	Labilidade emocional	
	Dificuldade de concentração	

Fonte: OHB, 2001 apud Brasil, 2006; Alessio, 1981 apud Brasil, 2006.

Quadro 10: Classificação da sintomatologia de acordo com a evolução da doença.

Sintomas Precoces	Sintomas agudos e subagudos	Sintomas Cônicos
Diminuição do apetite	Cólica saturnica	Poliúria isostenúrica
Dispepsia	Hipertensão arterial	Artralgia/mialgia
Dor abdominal de localização variada	Encefalopatia	Encefalopatia crônica
Palidez cutânea	Paralisia de nervos periféricos	Neuropatia periférica
Gastroduodenite		Adinamia
Constipação intestinal		

Fonte: Alessio, 1991 apud Brasil, 2006; Silveira, 1991 apud Brasil, 2006; Rigotto, 1994 apud Brasil, 2006.

Quadro 11: Agente de risco e respectivas doenças correlacionadas.

Agente de risco: chumbo e seus compostos
Anemia em fator de transtornos enzimáticos
Hipotireoidismo
Transtornos mentais, disfunções cerebrais e doenças físicas
Polineuropatia
Encefalopatia tóxica aguda e crônica
Hipertensão arterial
Arritmias cardíacas
Cólicas
Gota em fator do chumbo
Nefropatia túbulo-intersticial
Insuficiência renal crônica
Infertilidade masculina
Efeitos tóxicos agudos

Fonte: Brasil, 1999

3.3 Pesquisas sobre contaminação por chumbo

Tendo visto que a utilização do chumbo se mistura com a própria evolução do homem, os impactos desta relação podem ser observados em diferentes escalas e contexto. Em decorrência disto, os estudos a cerca da contaminação por chumbo são necessários para a saúde ambiental na avaliação da qualidade do meio ambiente, como condição de vida para o homem, e qualidade da saúde do coletivo.

Depois de abordado neste capítulo as possíveis consequências de uma intoxicação por chumbo, seguir serão apresentados alguns estudos que relatam exemplos de contaminação ambiental por chumbo no país e seu grau de intoxicação na população diretamente expostas a estes riscos. Tais pesquisas foram fundamentais para o aporte teórico deste trabalho.

3.3.1 Contaminação na região do Vale do Ribeira

Uma referência importante para o desenvolvimento deste estudo é o trabalho sobre contaminação por metais pesados realizado por Paoliello (2002). Esta autora estudou a exposição humana ao chumbo ocasionada pela mineração de chumbo e prata no Vale do Ribeira SP-PR. Esta unidade produtiva funcionou por mais de cinquenta anos, explorando as minas da região e, embora a exploração não exista mais, há famílias que vivem naquele ambiente e convivem com a contaminação ambiental residual da atividade industrial.

Para a investigação sobre a contaminação por metais pesados no homem, Paoliello (2002) realizou análise sanguínea em 334 crianças (de 7 a 14 anos) e 350 adultos (de 14 a 70 anos), moradores das cidades Adrianópolis, Ribeira, Iporanga e Cerro Azul (sendo que os moradores deste último município formariam o grupo de controle, ou seja, o grupo geograficamente distante da contaminação, em um total de 39 amostras). Para complementar a investigação, a autora aplicou também um questionário para obtenção de informações pessoais como residência, atividades de lazer, consumo de alimentos (se estes eram cultivados em casa), consumo de leite diário e tempo de moradia na residência; nos questionários das crianças foi incluído ocupação dos pais e hábitos de brincar na terra; para os adultos foi incluso consumo de álcool e tabagismo.

Os cálculos para averiguação do teor de chumbo no sangue obedeceram a recomendações da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC). Para efetuação de controle, também se realizou análises de solo e água, ambos pelo método de espectrofotometria. Adotou-se o nível de teor aceito no sangue como 10 mg/dL (PAOLIELLO, 2002).

Os resultados encontrados, para as crianças, foram: para as expostas próximo as refinarias, a máxima encontrada foi 37,8 mg/dL; para as expostas distante das refinarias, a máxima foi de 29,49 mg/dL; e para as crianças do grupo de controle a máxima foi de 8,2 mg/dL; sendo que no primeiro caso 59% das crianças tinha níveis igual ou maior a 10 mg/dL e 12% maior que 20 mg/dL. Foi verificado nessas amostras que a mediana dos teores encontrados no sangue entre as crianças que moravam próximas ou distantes das refinarias,

os meninos apresentaram valores maiores com relação às meninas, as variantes do consumo de leite e consumo de verduras cultivadas em casa não foram relevantes (PAOLIELLO, 2002).

Os resultados para os adultos, considerando suas máximas foram: para os que moram próximo as refinarias: 48,70 mg/dL; para os que moram distante às mesmas: 24,20 mg/dL; e para o grupo e controle: 6,90 mg/dL. Esses números também demonstraram medianas maiores para o sexo masculino frente ao feminino; sendo que para os adultos que consumiam leite, álcool e tabagismo as medianas foram maiores para os que não consumiam (PAOLIELLO, 2002).

Por meio deste estudo, foi possível afirmar que as crianças são mais suscetíveis à intoxicação, provavelmente por brincarem na terra (podendo ingerir um pouco de terra levando as mãos à boca), estão expostas ao metal contido no solo que tende a se depositar nas camadas superiores. As análises médias do solo também demonstraram um alto teor de chumbo, podendo oferecer um risco, sobretudo, às crianças novas e mulheres grávidas. As crianças, cujos pais no passado trabalhavam nas refinarias, provavelmente ficaram expostas à rota de exposição de contaminação, trazido pela poeira com os pais (PAOLIELLO, 2002).

Para os adultos, a pesquisa apontou que o principal condicionante de contaminação foi a proximidade das moradias com as refinarias. As diferenças medianas entre homens e mulheres podem ser explicadas, provavelmente, devido à maior exposição ocupacional, diferenças de hábitos e comportamentos e diferenças em seus metabolismos e, também, o consumo de álcool e tabagismo foi maior entre os homens (o hábito de fumar pode aumentar os níveis de plumbemia no sangue) (PAOLIELLO, 2002).

Figueiredo *et al* (2004) também realizaram uma pesquisa na região do Vale do Ribeira com o objetivo de pesquisar a concentração de chumbo no sangue de moradores das cidades Adrianópolis, Ribeira, Iporanga e Eldorado, afetadas pela mineração realizada pela empresa Plumbum até 1996.

Neste caso, foram realizadas coletas de amostras de sangue para averiguação de chumbo e cádmio e amostras de urina para o arsênio, sendo, portanto, 335 crianças de 7 a 14 anos e 541 adultos de 15 a 70 anos para amostras de sangue e 398 crianças e 361 adultos para amostras de urina. As coletas de amostras também foram acompanhadas de um questionário contendo informações pessoais bem como alguns hábitos como consumo alimentar, fumo e consumo de álcool. As coletas de amostras seguiram procedimentos do Centro de Controle de Intoxicação da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP e do Instituto Adolfo Lutz. Também foram coletadas amostras de água de torneira, água e sedimentos do rio Ribeira e amostras de solo e poeiras (FIGUEIREDO et al., 2004).

Os resultados para as amostras de sangue mostraram que a mediana entre as crianças foi de 7,40 mg/dL, contudo a máxima obtida foi de 37,8 mg/d, sendo que o nível considerado com estável é até 10 mg/dL. As crianças moradoras próximas às refinarias obtiveram teores maiores em seu sangue, sendo que destas 60% apresentaram teores maiores que 10 mg/dL e 13% apresentaram teores maiores que 20 mg/dL. Entre os sexos, os meninos apresentaram maiores valores do que as meninas, talvez por estarem, em suas brincadeiras, em maior contato com a terra e também aquelas crianças que se alimentavam de verduras cultivadas em casa apresentaram valores maiores do que as outras. Os valores encontrados para os adultos acompanham a média do grupo de crianças. As concentrações de cádmio em ambos foram menores do que os níveis de aceitação no sangue. As concentrações de arsênio encontradas na população moradora próxima as refinarias são significativamente maiores do que as do grupo de controle, porém não se enquadram quanto a níveis de toxicidade. Para estes o grupo masculino apresentou teores maiores do que ao feminino e também aqueles que consomem peixe e frango habitualmente apresentaram-se maiores a aqueles que não consomem. As águas analisadas apresentaram valores também a baixo do nível de tolerância, as amostras de solo mostraram-se com índices maiores ao limite, bem como a poeira de algumas residências. Tais dados apontam para a contaminação tanto do solo quanto da poeira. As regiões de

estudo possuíam concentrações de resíduos químicos armazenados de maneira irregular (FIGUEIREDO et al., 2004).

3.2.2 Contaminação no entorno de uma fábrica de bateria automotiva em Bauru, SP.

Amaral (2005) realizou uma pesquisa com algumas crianças residentes nas proximidades de uma fábrica de bateria automotiva em Bauru-SP. Esta fábrica já foi autuada algumas vezes pela CETESB por emitir quantidades de chumbo acima do limite e por outras infrações e, na época da pesquisa, funcionava sem licenciamento ambiental. A Secretaria Municipal de Saúde local, em 2002, já alertava para crianças moradoras do entorno da referida fábrica com teores de chumbo maiores que 10 mg/dL no sangue. Visto os efeitos que o chumbo pode causar a saúde humana, podendo até atrapalhar as atividades cerebrais, esta pesquisa buscou comparar o desempenho intelectual de crianças contaminadas com crianças com nível zero de chumbo no sangue, avaliando seus desempenhos escolares.

Os metais pesados possuem efeitos tóxicos para o organismo humano, podendo atuar no Sistema Nervoso Central (SNC) bloqueando ou dificultando transmissões nervosas, podendo também ocasionar falta de memória, concentração e inclusive a queda no Quociente de Inteligência (QI) da criança. Elas são mais suscetíveis à exposição do chumbo devido seu SNC não estar totalmente desenvolvido estando, então, mais sujeitos a efeitos como retardo mental, déficits nas funções cognitivas e comportamento (WONDER, 1992 *apud* AMARAL, 2005).

Para o estudo participaram 40 crianças, sendo essas subdivididas em dois grupos: G1, sendo 20 crianças não contaminadas, e G2, 20 crianças contaminadas. O G1 constituía-se de 8 meninas e 12 meninos, de 7 a 10 anos de idade, estudantes de escola pública. Já o G2 também era composto de 8 meninas e 12 meninos, de 7 a 10 anos, estudantes de escola pública,

residentes na região de estudo, com nível de contaminação acima de 10 mg/dL sendo que a máxima foi de 40,3 mg/dL.

Para o teste de aptidões, foi utilizado como instrumento o Wechsler Intelligence Scale for Children III, na qual a inteligência é mensurada na capacidade de resolver situações e as operações mentais através de aprendizagem, raciocínio e memória (CUNHA, 1993 *apud* AMARAL, 2005). Para tal também foram aplicados subteste envolvendo informação, compreensão, aritmética, semelhança, números e vocabulários. Para complementar a investigação, foram aplicados questionários à cerca do comportamento das crianças na escola aos seus respectivos professores, sem que estes soubessem se a crianças estaria com concentração de chumbo no sangue acima de 10 mg/dL (AMARAL, 2005).

Os resultados obtidos foram: as crianças do G2, quanto ao teste para o QI ficaram em 35% dentro da média da população e 65% abaixo da média da população; quanto ao grupo do G1, 55% estavam dentro da média da população e 45% abaixo dos demais. O G1 apresentou resultados acima do grupo G2 para todos os testes. As maiores diferenças foram na Escala da Execução das atividades, podendo estar relacionada à exposição ao chumbo pelo ultimo grupo. Analisando-se as habilidades específicas, o G1 sobressaiu-se ao G2, porém com maiores diferenças quanto à organização perceptual, ausência de distração e velocidade processual. Quanto aos subtestes o grupo G1 também se destacou frente ao G2, podendo apontar também para um comprometimento devido à contaminação. Também se pode constatar que quanto maior o teor de chumbo no sangue, menor foram os resultados obtidos (AMARAL, 2005).

Quando comparado esses testes com os questionários aplicados aos professores obteve-se: os professores avaliaram como bom ou ótimo 75% das crianças do G1, enquanto os testes demonstraram isso em 55% dos casos e com relação ao G2 os professores classificaram como bom ou ótimo 25% dos alunos enquanto que os testes apontaram para 35% destes. Com relação ao cumprimento de atividades e comportamento as crianças do grupo G1

obtiveram melhores respostas pelos professores do que as crianças do grupo G2, contaminadas (AMARAL, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expressiva utilização deste metal no setor industrial, haja vista suas características físicas e químicas, acabam por expor tanto à saúde coletiva quanto a saúde ambiental a concentrações elevadas desse metal, uma vez que em todo o processo industrial do chumbo, seja primário ou secundário, há a liberação de resíduos químicos que comprometem a qualidade do meio ambiente.

As indústrias da reciclagem de bateria automotiva são no Brasil a principal fonte de chumbo para o abastecimento interno. Entretanto, mesmo com este setor ancorado na palavra “reciclagem”, aproveitando-se de todo o status que este termo ganhou, principalmente a partir da década de 90, este é um processo que possui grandes paradoxos. O caso que se propôs ser estudado nesta pesquisa como investigação confirmatória da contaminação por metal pesado no entorno da fábrica Faé é um produto desta dicotomia entre reciclagem de metais pesados e contaminação ambiental.

A reciclagem de metais pesados, aqui em especial o chumbo, é uma alternativa para a demanda no país. Sua principal vantagem é a obtenção do metal, que já foi utilizado, e que ainda se apresenta com características que permitem sua reutilização. Portanto, o residual que seria descartado, se tornando um problema ambiental, será reaproveitado. Mas, durante este processo de reciclagem, também há o lançamento no ambiente de material particulado químico que compromete o equilíbrio ambiental além da produção do residual contaminado, que é a porção não reaproveitada neste processo produtivo.

A região da extinta indústria Faé, que foi investigada neste trabalho, apresenta concentrações de chumbo no solo e na água que caracterizam aquele meio como contaminado. Esta empresa, que atuava no setor do processo produtivo do chumbo secundário, representa uma herança ao município Caçapava – SP na forma de passivo ambiental. Mesmo com suas atividades encerradas no ano de 1999, esta fábrica que contaminou o ambiente com o lançamento de particulado tóxico na atmosfera que foi se depositando no solo e no curso d'água ao longo do tempo, hoje ainda contamina aquele meio através da escória da sua produção, que está armazenada em suas instalações de modo irregular.

Como apresentado neste trabalho sobre a importância deste metal no tratamento da saúde pública, somado a dificuldade em se apurar os dados a cerca da contaminação na região desta fábrica, este trabalho comprovou sua hipótese de que naquela região o solo e a água apresentam-se contaminados. Entretanto, esta pesquisa também tem suas limitações, portanto limitou-se ao

resgate teórico inicial, necessário na abordagem desta temática, e a realização de análises ambientais iniciais, a fim de confirmar a hipótese de contaminação.

Ciente de que há muito a se estudar sobre esta temática e que, identificado à problemática, se faz necessário uma investigação mais criteriosa a cerca do perigo e risco oferecido por esta contaminação à saúde pública e ambiental, este trabalho conclui a primeira etapa, na intenção de que próximos estudos sejam empreendidos a partir dos resultados iniciais aqui apresentados. Faz-se necessário, nos próximos estudos, análises de solo, água, sedimentos ou plantas em diferentes distancias a partir da origem da contaminação para que se intente delimitar a área de risco e os diferentes níveis de exposição. Também seria interessante se conhecer como a concentração do chumbo apresenta-se no perfil do solo, para isto, podem ser realizadas coletas em várias profundidades no solo, lembrando que o aporte teórico aqui consultado recomenda-se estudos na camada superior do solo devido a grande absorção do chumbo neste e sua relativa imobilidade.

Este estudo foi realizado com o propósito de que a partir dos resultados iniciais aqui apresentados, haja a continuidade da pesquisa até que se obtenha a efetivação da produção da ciência: que, na opinião do autor, é a divulgação e esclarecimento a partir do conhecimento e que este surja para agregar qualidade de vida da população.

Finalizando, este trabalho torna-se de relevância ao estudo geográfico, pois procura compreender a apropriação do espaço pelo homem e as consequências da transformação de uma paisagem. O trabalho de campo, ferramenta essencial para a análise geográfica, possibilitou averiguar as condições do espaço, relatado neste trabalho e confirmar, através das análises de solo e água, a possibilidade de contaminação daquele meio ambiente.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AG SOLVE MONITORAMENTO AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.agsolve.com.br/noticia.php?cod=5084>> Acessado em 20 de agosto de 2012.

AMARAL, J. N. **Avaliação intelectual de crianças contaminadas por chumbo: um estudo comparativo**. Dissertação (mestrado em Educação). Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2005. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/handle/123456789/27901>> Acessado em: 10 de novembro de 2012.

ASSOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, **Prevención de riesgos laborales. Guia para la implantación de um sistema de gestion de la prevención de riesgos laborales (S.G.P.R.L.) – UNE 81905 EX.**, Madrid, 1997.

ALVARENGA, K. F. et al. Emissões otoacústicas - produto de distorção em indivíduos expostos ao chumbo e ao ruído. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.** v. 69, n. 5, set/out, p. 681-9, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-72992003000500014&script=sci_arttext> Acessado em 03 de agosto de 2012.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos et al. (Edit). **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221p.

BORGES, Renata Coura et al. Concentrações de cádmio no solo, água, plantas e sedimentos em áreas rurais próximas a uma indústria de reciclagem de chumbo no Vale do Paraíba do Sul. **Revista Universidade Rural: série ciência da vida**. Seropédica, RJ: EDUR, v. 24, n.1, p. 45-50, jan./jun. 2004.

BOSSO, S. T.; ENZWEILER, J. Ensaio para determinar a (bio)disponibilidade de chumbo em solos contaminados: Revisão. **Química Nova UNICAMP**, São Paulo, v. 31, n 2, fev. 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422008000200036&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 de março de 2012

BRASIL. Constituição Federal 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, de 05 de outubro de 1998. Disponível em: <http://www.dji.com.br/constituicao_federal/cf.htm> Acessado em 20 de setembro de 2012.

BRASIL. Decreto nº 8468/1976, de 8 de setembro de 1976. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. . **Diário Oficial [do] Estado**, São Paulo, de 9 de setembro de 1976. Disponível em: < <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/213741/decreto-8468-76-sao-paulo-sp>>. Acessado em: 27 de junho de 2012.

BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. **Economia Mineral do Brasil**. Brasília: DNPM, 2009 b. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3966>. Acessado em 22 de outubro de 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividade antrópicas. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA n. 420/2009, de 28 de dezembro de 2009 a. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n.249, Brasília, de 30 de dezembro de 2009 a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>> Acessado em 22 de outubro de 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as

condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. RESOLUÇÃO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA n.357/2005, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 053, Brasília, de 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acessado em 22 de outubro de 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Define as atividades potencialmente poluidoras, por meio de listagem, e os critérios para exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal. RESOLUÇÃO CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – CONSEMA n. 01/2004, de 24 de agosto de 2004. **Diário Oficial [do] Estado**, n. 620, Santa Catarina, de 27 de agosto de 2004. Disponível em: <http://www.carvaomineral.com.br/abcm/meioambiente/legislacoes/bd_carboniferas/licenncas/resolucoes_consema_01-2004.pdf> Acessado em: 22 de outubro de 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. RESOLUÇÃO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA n.257/1999, de 30 de junho de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 139, Brasília, de 22 de julho de 1999. Disponível em:<http://www.mp.ba.gov.br/atuuacao/ceama/material/legislacoes/residuos/resolucao_CONAMA_257_1999.pdf> Acessado em 01 de outubro de 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental. RESOLUÇÃO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA n.001/1986, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 139, Brasília, de 17 de fevereiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>> Acessado em 01 de outubro de 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Mineral Brasileiro**. Brasília: MME, 2001. Disponível em: http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=361 Acessado em 25 de setembro de 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria n. 2914/2011, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, de 14 de dezembro de 2012. Disponível em: <http://www.caern.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/caern/arquivos/pdf/portaria-ms-2914.pdf> > Acessado em: 22 de outubro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção a saúde dos trabalhadores expostos ao chumbo metálico**. Brasília: Editora Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: http://www.cerest.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/sesap_cerest/cerest/gerados/protocolo%20-0aten%C3%A7%C3%A3o%20a%20sa%C3%BAde%20do%20trabalhador%20exposto%20ao%20chumbo.pdf >Acessado em 02 de outubro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Federal nº 1.339/GM - MS, de 18 de novembro de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Autor. Disponível em: http://www.saude.ba.gov.br/concurso_vigilancia/Leis%20e%20Portarias/Portaria%20Federal%201339%20de%2018.11.99.pdf> Acessado em 20 de agosto de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n 685, de 27 de agosto de 1998. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. D.O.U. 28 de agosto de 1998. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm> Acessado em: 06 de outubro de 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n 24/GM, de 29 de dezembro de 1994. NR 7, Norma Reguladora – 7. 1994. Programa de controle médico de saúde ocupacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de dezembro de 1994. Disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF19C09E2799/nr_07_ssst.pdf> Acesso em 20 de setembro de 2012.

BIONDI, C. M. **Teores naturais de metais pesados nos solos de referência no estado de Pernambuco**. 2010. 58 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2010. Disponível em: <<http://ufrpe.br/pgs/portal/files/teses/2010/CAROLINE.pdf>> Acessado em 20 de setembro de 2012.

BROWN, T. L., LEMAY, H. E., BURSTEN, B. E. Química: a ciência central. 9. ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, Brasil, 2005.

DE CAPITANI, E. M., PAOLIELLO, M. M. B., ALMEIDA, G. R. C. Fontes de exposição humana ao chumbo no Brasil. **Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**, 42(3), p. 311-318, jul.-set. 2009. Disponível em: <<http://www.fmrp.usp.br/revista/>> Acessado em 01 de outubro de 2012.

CAÇAPAVA (Município). Secretaria de Planejamento e meio ambiente. **Projeto de regulamentação legal das unidades de conservação de Caçapava**. Caçapava, SP: Prefeitura Municipal de Caçapava, 2008. 46 p.

CAÇAPAVA. **Lei Complementar n. 109**, de 04 de janeiro de 1999. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo municipal. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/767832/lei-complementar-253-07-cacapava-sp>> Acessado em 20 de agosto de 2012.

CAETANO, N. S. A. et al. **Reciclagem de bateria de chumbo-ácido: sua importância em nosso cotidiano**. In: II Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano, Educação e Pesquisa: a produção do conhecimento e a formação de pesquisadores. Lins: Unisalesiano, 2011

CÂMARA, G. et al. **Anatomia de Sistema de Informações Geográficas**. Instituto de Computação. Campinas: UNICAMP, 1996. 193p.

CÂMARA, V. M. & GALVÃO, L. A. C. A patologia do trabalho numa perspectiva ambiental. In: MENDES, R. **A patologia do trabalho**. Belo Horizonte: Ateneu, 1995, p. 609-630.

CARVALHO, Benjamim de Araújo. **Ecologia Aplicada ao saneamento ambiental**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Banco Nacional de Habitação; Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 1980.

CERRI NETO, MAURO. **Impacto ambiental, degradação ambiental, poluição, contaminação e dano ambiental : comparação entre conceitos legal e técnico**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2008.

CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Chumbo e seus compostos**. Janeiro de 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/chumbo.pdf> Acessado em 20 de setembro de 2012.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2005. Decisão da Diretoria nº 195/2005. **Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas do estado de São Paulo**. 4p. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&cad=rja&sqi=2&ved=0CCkQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cetesb.sp.gov.br%2Fsolo%2Frelatorios%2Ftabela_valores_2005.pdf&ei=Lf9pUIO4PIre9ASj2IDYBA&usg=AFQjCN GJEn2FUPbeApf5zS1xd7Xz5RvEfQ Acessado em: 01/10/2012.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo**. DOROTHY C. P. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf> Acessado em 20 de agosto de 2012.

CETESB- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Gerenciamento de áreas contaminadas: Glossário**. 1999. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/O-que-s%E2%80%90EF%BF%BD%E2%80%90EF%BF%BDreas-Contaminadas/1-O-que-s%E2%80%90EF%BF%BD-%C3%81reas-Contaminadas>> Acessado em: 29 de outubro de 2012.

CORDEIRO, R.; LIMA FILHO, E. C. A inadequação dos valores dos limites de tolerância biológica para a prevenção da intoxicação profissional pelo chumbo no Brasil. **Cad Saude Pública**. [S. l.], v. 2, p. 177-186, 1995.

COSTA, Maria Conceição Rivioli et al. Diagnóstico ambiental de área industrial contaminada por metais pesados. **Revista Biociências, UNITAU**. Taubaté, SP: v. 14, n. 1, p. 51/61, set. 2008.

CZESNIA, Dina. RIBEIRO. Adriana Maria. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação história e epistemológica. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, jul./set. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2000000300002&script=sci_arttext>. Acesso em: 27 de junho de 2012.

DAMILANO, R. C. D. **Diagnóstico ambiental de área industrial contaminada por metais pesados**. 2006. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2006.

ESPINOSA, D. C. R. ; TENORIO, J. A. S. Reciclagem de Baterias: Análise da Situação Atual no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 14-20, 2004.

FARIAS, M. S. S. et. al. Riscos sociais e ambientais devido a presença de metais pesados nas águas superficiais no distrito industrial de Mangabeira. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 6, n. 2. 2007. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/118/81> Acessado em: 01 de outubro de 2012.

FAUSTO, Lorise. **Exposição ocupacional ao chumbo**. 2009. 56f. Monografia (Especialista em enfermagem do trabalho) – Instituto de Estudos Avançados e Pós-Graduação, Faculdade Iguaçu, Pato Branco. 2009.

FIGUEIREDO, B.R.; De CAPITANI, E.M.; GITHAY, L.C. **Exposição humana à contaminação por chumbo e arsênio no Vale do Ribeira (SP-PR)**. In: II Encontro da ANPPAS, Grupo de Trabalho e Ambiente e Saúde. Indaiatuba: UNICAMP, 2004. 13 p., 1 CD Rom.

GUIVANT, J. **A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da teoria social**. Revista Brasileira de Informação em Ciências Sociais, ANPOCS, n. 46. 1998.

GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPOS, M, L. & MARCHI, G. **Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos**. In: TORRADO-VITAL, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M. & SILVA, A. P., Eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 4, p. 345-390.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). **Tabela Periódica**, 2011.

KREUSCH, M. A. **Avaliação com proposta de melhoria do processo industrial de reciclagem do chumbo e indicação de aplicabilidade para escória gerada**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

MACHADO, I. P. **Avaliação Ambiental do Processo de Reciclagem do Chumbo**. 2002. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Unicamp, Campinas. 2002. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000252297>> Acessado em 02 de setembro de 2012.

MARANHÃO, R. J. L. **Introdução à pesquisa mineral**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S. A. ETENE, 1983, p. 682.

MATOS, R. Q; FERREIRA, O. M. **Recuperação de chumbo de baterias automotivas, análise de risco dos resíduos resultantes**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás. 2007. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua/recupera%C3%87%C3%83o%20de%20chumbo%20de%20baterias%20automotivas,%20an%C3%81lise%20de%20risco%20dos%20res%C3%8Dduos%20resultante.pdf>> Acessado em 01 de outubro de 2012.

MAVROPOULOS, Elena. **A hidroxiapatita como absorvedor de metais**. Teses ENSP-FIOCRUZ. Disponível em <http://portalties.icict.fiocruz.br/trans.php?id=00006602&lng=pt&nrm=iso&script=thes_chap>. Acesso em: 16 de março de 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – Secretaria de Minas e Metalurgia. **Anuário Estatístico: Setor Metalúrgico**. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Anuarios/LIVRO_Metalurgico_WEB.pdf Acessado em 10 de outubro de 2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA e INOVAÇÃO - Centro de Tecnologia Mineral. **Mineral Data 1978 a 2010**. Brasília: MCT. Disponível em: <http://mineraldata.cetem.gov.br/mineraldata/app/*> Acessado em 01 de outubro de 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral. **Relatório Técnico 66: Perfil do chumbo**. Brasília, 2009a. Relatório. Digital. Disponível em: http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_transformacao_mineral_no_brasil/P40_RT66_Perfil_do_Chumbo.pdf Acessado em 01 de outubro de 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral. **Relatório Técnico 26: Perfil do minério de chumbo**. Brasília, 2009b. Relatório. Digital. Disponível em: http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P17_RT26_Perfil_do_Minério_de_Chumbo.pdf Acessado em 01 de outubro de 2012.

MINOZZO, R. et al. Plumbemia em trabalhadores da indústria de reciclagem de baterias automotivas da Grande Porto Alegre, RS. J. Bras. Patol. Med. Lab., v. 44, n. 6, p. 407-412, dezembro, 2008.

MOREIRA, E. G. e MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Rev. Panamericana Salud. Pública**, v. 15(2), p. 119-129, 2004a.

MOREIRA, E. G. e MOREIRA, J. C. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.1, n.9, p. 167-181, 2004b.

MOURA, A. N. **Remediação de áreas contaminadas com metais pesados utilizando acidithiobacillus sp.** 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2006.

NASCIMENTO, L. F. C., FILHO, H. J. I., BALTAZAR, E. O. Níveis de chumbo em colostro humano: um estudo no Vale do Paraíba. **Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.**, Recife, 6 (1); 69-74, jan./mar., 2006.

NASS, DANEIL. PERDIGÃO. Conceito de Poluição. **Revista eletrônica de ciência.** São Carlos: Universidade de São Paulo/ Instituto de Química, n. 13, p. 1-2, nov., 2002. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html> Acessado em: 27 de outubro de 2012.

NATAL, Delsio. Fundamentos de saúde pública. *In*: PHILIPPI, Arlindo Jr; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA; Gilda Collet (Edit) **Curso de gestão ambiental.** Barueri, SP: Manole, 2004.(Coleção Ambiental;1). p. 333.

NORMA PORTUGUESA-NP, **Sistemas de Gestão da Segurança da Saúde do Trabalho.** NP 4397, Instituto Português da Qualidade, Ministério da Indústria e Energia. Lisboa, 2001.

OKADA, I. A. Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência de contaminação ambiental na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 2, abr. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101997000200006> Acessado em: 10 de outubro de 2012.

PAULING, L. (1947) **Química Geral.** Trad. Sob a direção de Roza Davidson Kuppermann. Rio de Janeiro: Editora da Universidade de São Paulo. 1966, p. 773.

PAOLLIELO. M. M. B. **Exposição humana ao chumbo em área de mineração, Vale do Ribeira, Brasil**. 2002. 203 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2002.

PAOLIELLO, M. M. B. e CHASINA. A. M. **Ecotoxicologia do chumbo e seus compostos**. Salvador: CRA. 2001.

PEREIRA, M. P. B. Conhecimento geográfico para a promoção da saúde. Hygeia: **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 6(10): 77-88, junho de 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/16978>> Acessado em 20 de outubro de 2012.

PHILIPPI, Arlindo Jr; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA; Gilda Collet. Uma introdução à questão ambiental. In: PHILIPPI, Arlindo Jr; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA; Gilda Collet (Edit) **Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.(Coleção Ambiental;1). p. 3.

PHILIPPI, Arlindo Jr (Edit). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamento para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção ambiental;2)

PORTAL DA SAÚDE DO SUS. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/busca>> Acessado em 20 de agosto de 2012.

PORTAL SÃO FRANCISCO. Pilhas e baterias. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia/pilhas-baterias-e-energia.php>> Acessado em 01 de outubro de 2012.

QUITÉRIO, S. L. et al. Controle das emissões de chumbo particulado no entorno de uma reformadora de baterias na cidade do Rio de Janeiro usando ar como indicador. **Cad de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 19(2), p. 475-480, Marc-abr, 2003.

QUITÉRIO, S. L. et al. Uso da poeira e do ar como indicadores de contaminação ambiental em áreas circunvizinhas a uma fonte de emissão estacionária de chumbo. **Cad de Saúde Pública**, [S.l.], v. 3, p. 501-508, 2001.

RUSSEL, J. B. (1929). **Química Geral**. Trad. Sob a direção de Márcia Guekezian. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1994, p. 747, v. 2. (edição 2).

SABER. A. N. A`S. **A organização do espaço na região do médio Vale Paraíba**. In: CETESB. COMUNIDADE CAÇAPAVENSE. Organização do espaço: localização de indústrias potencialmente poluidoras e proteção ambiental no município de Caçapava. Relatório Final. São Paulo, junho 1980. p.10.

SABER. A. N. A`S.; PEREIRA, J. C. T. **A organização do espaço na região do médio Vale Paraíba**. In: CETESB. COMUNIDADE CAÇAPAVENSE. Organização do espaço: localização de indústrias potencialmente poluidoras e proteção ambiental no município de Caçapava. Relatório Final. São Paulo, junho 1980. p.36.

SADAO, M. Intoxicação por chumbo. **Revista de Oxidologia**, p. 37-42, 2002.

SANTOS, S. M.; BARCELLOS, C. **Abordagens Espaciais na Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 135 p.

SANTOS, S. M.; SANTOS, R. S. (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Brasília: Ministério da saúde, 2007. 150 p.

SCHIFER, T. S. et al. Aspectos toxicológicos do chumbo. **Revista Infarma**, v. 17, n. 5/6, p. 67-72, 2005. Disponível em: <<http://www.uff.br/toxicologiaclinica/Toxicologia%20do%20chumbo.pdf>> Acessado em 01 de outubro de 2012.

SILVA, De Placido e. **Vocabulário Jurídico**. Rio de Janeiro: Forense, 2003.

SILVA, Luiz Jacintho da. **O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas**. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, out./dec. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1997000400002&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 27 de junho de 2012.

SILVA, Jorge Xavier; Z AidAN, Ricardo Tavares (Org). **Geoprocessamento e análise ambiental**. 4º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

SILVA, R. F. et. al. **Geoquímica ambiental no estudo da qualidade de águas superficiais, município de Belo Jardim – PE**. In: XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica, III Simpósio de Geoquímica nos Países do Mercosul, 2011, Gramado. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica. Gramado, RS: CBG, out., 2011, p. 540-543.

SIMÕES, C. P. **Profissionais expostos ao chumbo: uma revisão da bibliografia**. 2009. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Toxicologia Forense). Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo. 2009.

TAVARES, A. D. **Determinação de cádmio e chumbo em alimentos e bebidas industrializados por espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica**. 2010. 98 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade federal da Paraíba, João Pessoa. 2010.

VENTURA, Roberto Carlos. **SOS rios do Brasil**. Disponível em: <<http://sosriosdobrasil.blogspot.com.br/2011/07/chumbo-da-antiga-fae-contamina-o-lencol.html>>. Acesso em: 16 de março de 2012.

VULCANO, I. R. C. et al. Teores de chumbo e cádmio em chás comercializados na região metropolitana de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Belo Horizonte, v. 44, n. 3, jul/set, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rbcf/article/view/44309/47930>> Acessado em 20 de setembro de 2012.

ANEXOS



Câmara Municipal de Caçapava
— Estado de São Paulo —

PROJETO DE LEI ORDINÁRIA Nº /2011

Autores: Vereadores Sebastião Lopes da Silva e outro(s)

Modifica o Anexo II e o Anexo I da Lei Complementar nº 109, de 04/01/1999, que trata do Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Caçapava.

Art. 1º – Fica modificado o Anexo II da Lei Complementar nº 109, de 04 de janeiro de 1999, que passa a vigorar com a seguinte redação:

ANEXO II

INDÚSTRIAS PROIBIDAS NO TERRITÓRIO DE CAÇAPAVA

TIPO
FABRICAÇÃO DE CLINKER E CIMENTO
FABRICAÇÃO DE CAL
FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA E FERRO ESPONJA
PRODUÇÃO DE AÇO EM FORMAS PRIMÁRIAS
PRODUÇÃO DE FERRO-LIGAS EM FORMA PRIMÁRIA
PRODUÇÃO DE LAMINADOS PLANOS E NÃO PLANOS
PRODUÇÃO DE FUNDIDOS DE FERRO E AÇO
PRODUÇÃO DE FORJADOS DE FERRO E AÇO
PRODUÇÃO DE METAIS E NÃO FERROSOS
PRODUÇÃO DE LIGAS DE METAIS NÃO FERROSOS
PRODUÇÃO DE LAMINADOS E EXTRUDADOS DE METAIS
PRODUÇÃO DE FUNDIDOS DE METAIS NÃO FERROSOS
PRODUÇÃO DE FORJADOS DE METAIS NÃO FERROSOS
PRODUÇÃO DE SOLDAS E ANODOS PARA GALVANOPLASTIA
PRODUÇÃO DE PÓ METÁLICO DE PEÇAS SINTETIZADAS
FABRICAÇÃO DE GRANALHA
FABRICAÇÃO DE MUNIÇÃO PARA ARMAS DE FOGO
FABRICAÇÃO DE MATERIAL BÉLICO PESADO
FABRICAÇÃO, CARREGAMENTO E MONTAGEM DE MUNIÇÕES
FABRICAÇÃO DE MATERIAL BÉLICO PESADO NÃO ESPECIFICADO
FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PASTA MECÂNICA
FABRICAÇÃO DE PAPEL PARA IMPRESSÃO OU ESCRITA
FABRICAÇÃO DE PAPEL PARA EMBALAGEM
FABRICAÇÃO DE PAPEL PARA FINS SANITÁRIOS

PROJETO DE LEI ORDINÁRIA Nº /2011

25/01/2011 15:15 00000927



Câmara Municipal de Caçapava
Estado de São Paulo

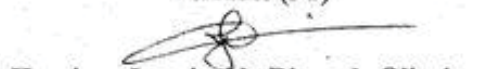
FABRICAÇÃO DE PAPELÃO, CARTÃO OU CARTOLINA
BENEFICIAMENTO DE COURO E PELES
FABRICAÇÃO DE QUÍMICOS ORGÂNICOS
FABRICAÇÃO DE QUÍMICOS INORGÂNICOS
FABRICAÇÃO DE GASES INDUSTRIAIS
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ORGÂNICOS BÁSICOS
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DA DESTILAÇÃO DO CARVÃO MINERAL
FABRICAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS LUBRIFICANTES
FABRICAÇÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICA
FABRICAÇÃO DE PLASTIFICANTES
FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS
FABRICAÇÃO DE FERTILIZANTES
FABRICAÇÃO DE PÓLVORA, EXPLOSIVOS E DETONADORES
FABRICAÇÃO DE FÓSFOROS DE SEGURANÇA E PIROTÉCNICOS
FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS DOMÉSTICOS
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NÃO ESPECIFICADOS
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO REFINO DE PETRÓLEO

Art. 2º – Fica suprimido do setor 25 do Anexo I da Lei Complementar nº 109/1999 a atividade de Código 2452-1/00 (Fundição de Metais não Ferrosos e suas Ligas).

Art. 3º – Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogando-se qualquer disposição em contrário, em especial a Lei nº 5046 de 29 de junho de 2011.

Plenário “Fernando Navajas”, 29 de julho de 2011.


Sebastião Lopes da Silva
Vereador (PT)


Henrique Lourivaldo Rinco de Oliveira
Vereador (DEM)

Ana Paula Brito Benedito Bettoni da Costa
Vereadora (PT)



Câmara Municipal de Caçapava
— Estado de São Paulo —

JUSTIFICATIVA AO PROJETO DE LEI Nº /2011

O presente projeto de modificação da Lei Complementar nº 109 de 04/01/1999 (especificamente dos seus Anexos I e II), que dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo do Município, tem o propósito de restaurar a proibição de instalação no território de Caçapava de empresas de produção de Metais e não Ferrosos e de Ligas de Metais não Ferrosos.

A aprovação do P.L. nº 50/2011 (com 07 votos favoráveis, um contrário e uma abstenção), transformado na Lei nº 5046/2011, teve repercussão muito negativa nos vários segmentos da população de Caçapava, a qual não aceita de modo algum a instalação em seu território de produtoras ou beneficiadoras de “Metais não Ferrosos” ou de “Ligas de Metais não Ferrosos”, entre os quais estão o chumbo e o alumínio.

É fato notório que logo após ser noticiada a aprovação do malsinado projeto de lei, já foram iniciados protestos através da mídia e nas próprias ruas e praças da cidade, inicialmente pelos ambientalistas e em seguida por sindicalistas, trabalhadores e o restante da população, que ainda guardam bem em sua memória os malefícios causados pela indústria FAÉ tanto ao meio ambiente quanto à saúde pública, com consequências danosas ainda sentidas nos tempos atuais.

Nada é imutável na vida de um povo, o que se aplica inclusive as leis que o regem. Entretanto, em se tratando de matéria tão importante, qualquer alteração deve ser antecedida de amplos e sérios estudos e análises dos seus impactos no meio ambiente e na saúde das pessoas, bem como de audiências públicas com ampla discussão.

Por tais razões e tendo em conta o clamor do povo, a que os seus representante na Câmara devem ser sensíveis, pede-se aos nobres pares a aprovação da presente propositura.

Caçapava, 29 de julho de 2011.



Câmara Municipal de Caçapava
Estado de São Paulo

(cont. do Projeto de Lei /2011


Sebastião Lopes da Silva
Vereador (PT)


Henrique Lourivaldo Rinco de Oliveira
Vereador (DEM)

Ana Paula Brito Benedito Bettoni da Costa
Vereadora (PT)



Trabalhadores barram chumbo em Caçapava

A luta da população de Caçapava barrou a indústria do chumbo. No início do mês, os vereadores foram obrigados pela forças das manifestações a recuar e revogar a lei que permitia a exploração do chumbo na cidade. A vontade do povo



prevaleceu sobre a dos vereadores e do prefeito.

A população ainda tem vivo na memória o terror sofrido com a contaminação da Faé, que provocou grande contaminação em Caçapava Velha. Mais de cinco mil assinaturas foram coletadas contra a liberação do chumbo na cidade. Aqui,

a população deixou bem claro: «CHUMBO NUNCA MAIS»!

O Sindicato dos Químicos participou das mobilizações, junto com outros sindicatos da região e populares.

Parabéns aos trabalhadores (as) de Caçapava que lutaram e conseguiram impedir esse ataque ambiental e à saúde do povo da cidade.

12 anos após o terror da Faé, população impede «CHUMBO GROSSO»!

Como se não bastasse o terror vivido pela população caçapavense com a contaminação de chumbo da Faé na cidade, em 1999, o prefeito e os vereadores queriam mandar

«chumbo grosso» de novo em cima do povo!

Os vereadores haviam aprovado projeto permitindo a instalação de fábricas de materiais não ferrosos, como o chumbo. Tudo para agradar a Italspeed, que quer fabricar, em Caçapava, ligas compostas de estanho e chumbo.

A contaminação da Faé afetou mais de 100 pessoas e o

povo tem isso vivo na memória.

Por isso, a população foi à luta, ocupou a sessão de Câmara, fez abaixo-assinado e impediu mais este ataque dos políticos a nossa cidade!

Parabéns, trabalhadoras e trabalhadores de Caçapava por esta vitória contra os patrões e os políticos desta cidade! Agora é preciso manter a luta!

Participe do ato público dia 16 de agosto

A força das mobilizações obrigou os vereadores a revogarem a lei do chumbo, mas com os políticos desta cidade não podemos «baixar a guarda»! O prefeito, os vereadores e os patrões têm que ver que os trabalhadores estão mobilizados contra os ataques a nossa

cidade. Só a luta do povo garante uma cidade digna para a nossa população!

Venha participar do ato público dia 16 de agosto, na Praça da Bandeira, às 18h30, contra o chumbo e por uma cidade para o povo.



Não somos burros de carga e nem depósito de lixo!

O uso do chumbo, do amianto e de outras substâncias que podem causar contaminação e mortes está diminuindo nos países industrializados por problemas de contaminação ambiental e por sua toxicidade para o ser humano. Lá, estão substituindo esses metais por produtos menos tóxicos e contaminantes. Enquanto isso, aqui a prefeitura e os vereadores queriam presentear a população com esta "bomba" para favorecer interesses dos patrões!

Quem não se lembra daquele navio com 300 toneladas de lixo que a Inglaterra mandou de presente para o Brasil em 2009? O governo só mandou o lixo de volta para a Europa por causa da repercussão que o episódio teve



na opinião pública! Mais do que nunca, é hora de os trabalhadores se organizarem contra os ataques ao meio ambiente, a qualidade de vida e a preservação da saúde! Por uma Caçapava e um Brasil livres da exploração ambiental!

Os trabalhadores químicos de Caçapava estão em luta!

A categoria química de Caçapava está mobilizada em várias fábricas. A luta dos trabalhadores inclui melhores condições de trabalho, valorização profissional, manutenção dos direitos e mais

FLC Plásticos

Os trabalhadores realizaram uma greve de oito dias em junho, enfrentando a linha dura da empresa. Exemplo de mobilização e força!

IPA e Viapol

Trabalhadores conduzem reivindicações no chão da fábrica e se preparam para as discussões da Campanha Salarial 2011.

Simoldes Plásticos

O Sindicato luta na justiça pelo reenquadramento sindical da empresa para defender os trabalhadores e trabalhadoras da fábrica.

Trintec

O Sindicato dos Químicos é solidário aos companheiros desta fábrica, que não têm um sindicato combativo para representá-los e lutar pelos direitos do trabalhador! Estamos juntos na luta!



EXPEDIENTE: Publicação da Unidos Pra Lutar - **Redação/edição:** Emerson José MTB: 31.725
Diagramação/edição: Manuel Alberto Traola MTB: 58.611 blog: <http://unidospralutar.blogspot.com/>