



Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências
Departamento de Química

Nathalia Rother da Cruz

**Exposição Ambiental ao Chumbo: Um Problema de
Áreas Contaminadas Próximas a Fábricas de
Baterias**



Bauru
2012
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Ciências
Departamento de Química

Nathalia Rother da Cruz

**Exposição Ambiental ao Chumbo: Um Problema de
Áreas Contaminadas Próximas a Fábricas de
Baterias**

Monografia apresentada como requisito de conclusão do curso de Licenciatura em Química à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Sandra Regina Rissato.

Bauru
2012

Pela minha fé, esforço, sorte e pessoas
que sempre me ajudaram.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, sem a força divina não poderia ter chegado aonde cheguei.

Aos meus pais Álvaro e Ana Maria, obrigada pelo apoio, incentivo, dedicação e por terem acreditado em meus sonhos.

Aos meus irmãos Gabriella e Renato, pela ajuda quando mais precisei.

Aos meus amigos que contribuíram na minha construção do conhecimento.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Sandra Regina Rissato, muito obrigada pela paciência por me orientar.

Índice

Resumo

Abstract

1.0 – Introdução.....	8
2.0 – O Chumbo.....	9
3.0 – Tipos de Baterias.....	11
3.1 – Reações nos acumuladores.....	13
3.2 – Baterias chumbo-ácidas.....	14
4.0 – Risco para a saúde com relação ao chumbo.....	15
4.1 – Chumbo: absorção, contaminação e eliminação.....	17
5.0 – Toxicidade e Dinâmica.....	19
5.1 – Sistema Bioquímico (Sangue).....	19
5.2 – Sistema Nervoso Central.....	20
5.3 – Sistema Renal.....	21
5.4 – Sistema Gastrointestinal.....	21
5.5 – Efeito nos ossos e crescimento.....	21
5.6 – Efeitos Cardiovasculares.....	22
5.7 – Outros efeitos.....	22
5.8 – Carcinogenicidade e Teratogenicidade.....	22
6.0 – Controle da Exposição Ocupacional.....	23
6.1 – Estudos da CETESB.....	24
6.2 – Definições dos Valores Orientadores.....	24
7.0 – Metodologias aplicadas para o chumbo.....	26
7.1 – Ensaio da Capacidade.....	26
7.2 – Determinação por Absorção Atômica (AAS).....	28
8.0 – Situações de Riscos em áreas contaminadas.....	29
8.1 – Monitoramento de 2004 a 2011.....	30
9.0 – Discussões.....	31
10.0 – Conclusão.....	31
11.0 – Considerações Finais.....	31
12.0 – Referências Bibliográficas.....	33

Resumo

A concentração de metais poluentes, como o chumbo (Pb), tem aumentado em áreas populosas e desenvolvidas devido a poluição atmosférica e outras atividades humanas. Conseqüentemente, o potencial para este elemento alcançar a cadeia alimentar também aumentou. O chumbo é muito tóxico para o ser humano, especialmente para crianças, e a exposição ao chumbo pode causar efeitos adversos à saúde humana principalmente no sistema nervoso, medula óssea e rins, interferindo nos processos genéticos ou cromossômicos.

Este trabalho apresenta uma revisão sobre os principais aspectos relacionados à contaminação ambiental por chumbo proveniente de fábricas de baterias.

A avaliação de uma área contaminada por chumbo em Bauru-S.P. próxima a uma fábrica de baterias foi reportada nesse trabalho bem como todo o histórico de monitoramentos, classificação e aplicação de processos aplicados pela CETESB desde 2002.

Analisando a questão em seus aspectos econômicos, observou-se que a degradação do meio ambiente está diretamente relacionada ao modelo de desenvolvimento adotado pelo sistema capitalista, que se baseia na lei da oferta e da procura de produtos e serviços. Os dados apresentados indicam que o Brasil ainda necessita de uma política mais ampla onde órgãos públicos, população e indústrias através de uma conscientização possam estar unidos para uma mesma finalidade: preservarmos a vida.

Abstract

The concentration of metal pollutants such as lead (Pb), has grown and developed in populated areas due to pollution and other human activities. Consequently, the potential for achieve this element food chain has also increased. Lead is very toxic to humans, especially to children, and exposure to lead can cause adverse health effects mainly on human nervous system, bone marrow and kidneys, interfering with chromosomal or genetic processes.

This paper presents an overview of the main aspects related to environmental contamination by lead from battery plants.

The assessment of an area contaminated by lead in Bauru-SP next a battery factory was reported in this work as well as the entire history of monitoring, classification and application of processes applied by CETESB since 2002.

Analyzing the issue in its economic aspects, we found that the degradation of the environment is directly related to the development model adopted by the capitalist system, which is based on the law of supply and demand for products and services. The data presented indicate that Brazil still needs a broader policy where government agencies, industries and population through awareness can be united for the same purpose: to preserve life.

1.0 - Introdução

Há tempos que o interesse em pesquisa sobre acumulação e toxicidade de metais obteve um crescimento contínuo como consequência da exposição à população e ao meio ambiente, ou por fatores fisiológicos e neurológicos desses elementos.

Elementos e compostos perigosos (dioxinas, pesticidas, metais pesados e metalóides) acumulam-se pela cadeia alimentar (RAJARATNAM et. al., 2002), assim a cadeia alimentar se torna a primordial entrada para substâncias tóxicas persistentes. Além do mais, esses compostos possuem origem antropogênica, e suas concentrações são significativamente crescente devido ao aumento populacional em regiões urbanas, emissões agrícolas e industriais (BURGER et al., 2002).

Na Índia foram feitos estudos e detectados níveis de Zn, Cr, Cu, Ni, Co e Pb e leite de búfala, acima do permitido devido a contaminação das pastagens por estes metais (CHARY, 2008). Apesar da ausência de dados, o Brasil sofre por intoxicações ocupacionais pelo chumbo, e informações disponíveis indicam valores acima do padrão para os trabalhadores de fábricas de baterias. Um exemplo foi na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, que um total de 154 trabalhadores de fábricas e reformadoras de baterias estudadas, 52% apresentaram sintomas de intoxicação profissional pelo chumbo (ROCHA & HORTA, 1987).

Com o aumento da população mundial, torna-se muito difícil a tentativa de diminuir o sofrimento das populações miseráveis que habitam todos os diferentes continentes do planeta, assim as formas técnicas e práticas para implantação de monitoramento que assegurem as necessidades e condições ideais desta população com índices de metais em exposição são indispensáveis.

Metal pesado encontrado em abundância na crosta terrestre, o chumbo é o poluente de maior ameaça em escala global: estima-se que 10 milhões de pessoas vivam em regiões contaminadas. Material químico chave para a criação de baterias de carro (¾ de sua produção anual é destinada à indústria automotiva), o chumbo é frequentemente liberado no meio ambiente através de processos de reciclagem informais, sem controle de segurança ambiental, e também pela atividade de mineração.

As fábricas de baterias utilizam chumbo principalmente em países em desenvolvimento devido principalmente à tecnologia simples, de baixo custo e de pequena escala, colocando o Brasil como um país extremamente atrativo para esse tipo de produção.

As principais formas de contaminação se dão pela ingestão de alimentos ou água contaminados e por inalação de partículas de poeira da substância, que pode se armazenar por até 30 anos no tecido ósseo. Os efeitos da exposição ao chumbo são devastadores e incluem danos neurológicos, redução de QI, anemia, distúrbios nervosos, perda de controle muscular e, em graus elevados, até a morte (MOREIRA E MOREIRA).

Existem vários trabalhos na literatura que relatam as concentrações de chumbo em amostras biológicas e ambientais, porém não há muitos trabalhos sobre monitoramentos industriais. Este trabalho apresenta uma discussão sobre dados obtidos de níveis de chumbo próximos a fábrica de baterias na cidade de Bauru, estado de São Paulo.

2.0 - O chumbo

Segundo a IUPAC, o elemento químico chumbo, em latim plumbum, possui símbolo Pb, número atômico 82 (sendo 82 prótons e 82 elétrons), massa atômica igual a 207,2u, massa molar 209,9 g/mol, pertence ao grupo 14 ou família IVA da tabela periódica. Possui ponto de fusão de 327,502°C e ponto de ebulição 1740°C (IPCS, 1995). Tem estado sólido a temperatura ambiente, é um metal tóxico, macio, pesado, maleável e mal condutor de eletricidade. Quando cortado apresenta coloração branco-azulada, porém pode adquirir coloração acinzentada quando exposto ao ar. Tem utilidade nas áreas de construção civil, baterias, munição, proteção contra raios-X, formas ligas metálicas com o antimônio, arsênio, cobre e zinco para a produção de soldas, fusíveis, revestimentos de cabos elétricos, materiais antifricção, metais de tipografia, etc.

O chumbo resiste à oxidação atmosférica e ao ataque de ácidos clorídrico e sulfúricos diluídos, com exceção do ácido nítrico com dissolução rápida. O CH_3COOH (ácido acético) atua como solvente do chumbo metálico, porém não poderá atuar na culinária devido a contaminação de compostos desse metal presente em seus recipientes.

Na natureza, o chumbo encontra-se associado a diversos elementos gerando vários compostos dentre os quais: carbonato de chumbo, conhecido como cerusita (PbCO_3), sulfato de chumbo (PbSO_4), conhecido como anglesita, o cromato de chumbo (PbCrO_4), conhecido como crocoisita, o molibdato de chumbo (PbMoO_4), conhecido como a wulfenita, o fosfato de chumbo, conhecido como piromorfita, o litargírio (PbO), o zarcão (Pb_3O). Combinado com o enxofre, o chumbo ocorre em forma de sulfeto (PbS), como comumente é conhecido como galena. Dificilmente o chumbo pode ser encontrado no seu estado elementar, o sulfeto galena (86,6% de chumbo) é forma mais abundante de chumbo na natureza (Conteúdo aberto. In:Wikipédia a enciclopédia livre. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=conteudo_aberto&oldid=15696001 Acesso em: 22 de novembro 2012).

O chumbo, ilustrado pela Figura 1, é facilmente encontrado no ar, águas e solos, por isso suas contaminações mais frequentes são por inalação e ingestão. Por ser extraído em larga escala industrial torna-se o contaminante mais comum encontrado no meio ambiente, sendo que sua concentração cresceu de acordo com o aumento do seu uso industrial. A partir da Revolução Industrial, as concentrações foram elevadas de forma alarmante, devido ao uso de compostos orgânicos de chumbo (chumbo tetraetila) como aditivo na gasolina (LANDRIGAN, 2002).



Figura 1: Imagem de chumbo (Pb)

A concentração máxima dos compostos orgânicos do chumbo, como o chumbo tetraetila, na gasolina segue uma legislação específica e delimitadora em alguns países e em muitos outros esta aplicação foi banida (ATSDR, 1993). No Brasil a Lei 2389/99 proibiu o uso de chumbo tetraetila na gasolina (CUMPRA-SE, 2004), no entanto, esse composto, já não vinha sendo utilizado desde 1993, pois comprometia o funcionamento dos motores dos veículos quando associado a

porcentagem de álcool obrigatória, estabelecida pela Lei nº7823/93 (NEDER & COTTA, 1999).

Apesar da diminuição como antidetonante na gasolina e em tintas, alguns processos industriais ainda usam compostos de chumbo como: na fabricação de canos para condução de água, fabricação de revestimentos para cabos elétricos, chapas de pias, cisternas e telhados, na indústria de acumuladores, etc. Um outro emprego do chumbo é na forma de inseticida em forma de arsenato de chumbo.

A quantidade de chumbo anualmente livre como contaminante atmosférico é muito elevada. Segundo Quitério e Arbilla (2006) relataram que o chumbo disperso no raio de 25 metros da reformadora de baterias foi na faixa de concentração de 0,07 a 183,3mg/m³.

3.0 - Tipos de baterias

As baterias estão presentes em vários locais como companhias telefônicas, concessionárias de energia elétrica, sistemas de alimentação de computadores (no break), setor bancário, fábricas, aeroportos, estações de tratamento de água e esgoto, enfim em diversos setores da sociedade e instalações onde existe a necessidade de se manter o fornecimento de energiasem interrupção.

Em setores como Telecomunicações, Setor Elétrico, Sistemas Fotovoltaicos, No-breaks, Sistemas de Partida e Sistemas de Tração, pode-se apresentar as aplicações em cada setor para possíveis utilizações das baterias chumbo-ácida, material extraído de Rosolem.

Em telecomunicações, as baterias possuem funções de filtrar ruídos elétricos produzidos por grupo motor-gerador, ou fonte de energia. Suprir o valor de corrente elétrica por tempo limitado afim de que não exceda a corrente fornecida pela fonte. Além disso, esse tipo de bateria absorve possíveis picos de tensão antes de atingir o equipamento possibilitando que esse continue operando por períodos determinados e sem interrupção. As baterias chumbo-ácidas estacionárias possuem características construtivas com relação a espessura das placas positivas, proporcionando assim fornecimento de quantidade de energia por um longo período, no regime nominal de descarga de 10 horas com tensão de até 1,75V.

A Figura 2 apresenta um esquema do sistema do setor de telecomunicações e do setor elétrico, essas baterias trabalham em regime de flutuação, sendo utilizadas em paralelo com o sistema de alimentação principal.

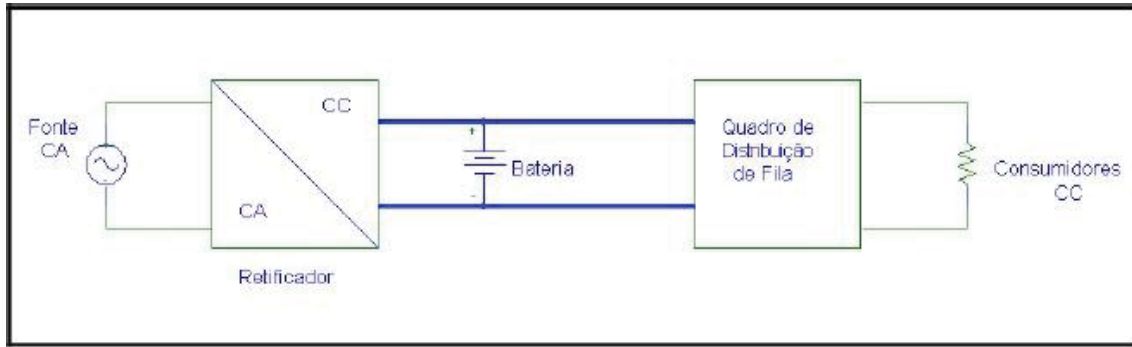


Figura 2– sistema de alimentação do setor de telecomunicações e setor elétrico

No setor elétrico, as baterias têm função fundamental de proteção dos sistemas em caso de falta de energia, elas os mantêm em funcionamento em usinas e subestações, por exemplo, fazendo o possível retorno no sistema de fornecimento de energia.

Em sistemas fotovoltaicos, pode-se utilizar as baterias de chumbo como sistemas solares para diversos setores como transmissão de microondas, estações meteorológicas e de telemetria, estações de bombeamento de água e vias férreas. Possui característica principal é sua grande espessura das placas, que suportam descargas profundas e também por suportar grande volume de eletrólitos, que em comparação com a bateria de telecomunicações aumenta em duas vezes. Essas baterias são utilizadas por consumidores com baixa intensidade de corrente. Trabalham em ciclo carregando durante o dia e descarregando durante a noite, com um sistema de regulador de controle de carga de tensão controlando sua carga e descarga.

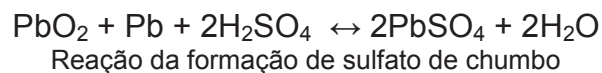
Em no-break, este sistema acumula para suprir energia em equipamentos que solicitem alta corrente por período curto de 5 a 30 minutos. As baterias mantêm o sistema em funcionamento na interrupção de energia da concessionária e no momento de restabelecimento de energia. Possui espessura reduzida das placas positivas nesses acumuladores para suportar grandes surtos decorrente (CARDOSO, 2005).

Em sistemas de partida, são geradores de médio e pequeno porte, porque os de porte elevado usam ar comprimido ou gás para acionamento. As baterias usadas em sistemas de partida possuem como característica principal o uso de placas positivas com fina espessura que fornece correntes altíssimas por período curto de no máximo 10 segundos.

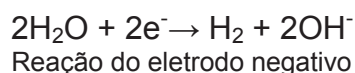
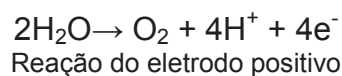
Nos sistemas de tração, sua característica principal é a utilização de placas grossas, que permitem autonomia de descarga de 5 a 8 horas. Essas baterias são utilizadas em empilhadeiras, carrinhos de golfe, locomotivas de minas, etc. Funcionam em regime de carga e descarga, com temperatura em torno de 30°C e tensão de descarga de 1,70V para cada elemento (CARDOSO, 2005).

3.1 - Reações nos acumuladores

Os processos físico-químicos que ocorrem em uma bateria ou em um acumulador elétrico, pode ser entendido a partir do conhecimento de algumas reações dos eletrodos e das influências dessas reações na cinética do processo. As reações extraídas de Bernet foram baseadas na teoria da dupla sulfatação, que indica que, durante o processo de descarga ocorre a formação do sulfato de chumbo nos eletrodos.

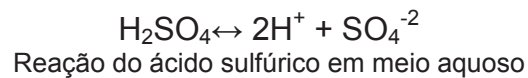


Nesta reação, no sentido da formação dos produtos (esquerda para direita), ocorre o processo de descarga e no sentido da formação dos reagentes (direita para esquerda), ocorre o processo de carga. Através da reação de formação de sulfato de chumbo, podem ocorrer outras semi-reações, como por exemplo, a eletrólise da água, que provoca a evolução de oxigênio e hidrogênio nos eletrodos positivo e negativo. Sendo que, essas semi-reações ocorrem no processo de carga.



As semi-reações dos eletrodos positivo e negativo formam-se principalmente devido às impurezas presentes do eletrólito ou no material ativo. Quando ocorre no processo do acumulador o eletrodo dissolve-se no eletrólito, ficando assim, eletrodepositado nas superfícies das placas negativas, diminuindo a tensão do hidrogênio sobre o chumbo e facilitando a saída deste gás. Na teoria de dissociação eletrolítica, as reações transcorrem dos eletrodos positivos para os negativos durante o processo de descarga e carga do acumulador explicando assim seu funcionamento. Os átomos da molécula de água formam interações intermoleculares mais fortes que com os íons da molécula do ácido sulfúrico.

Neste caso, o momento polar das moléculas de água agem sobre as moléculas do ácido sulfúrico, decompondo as moléculas deste ácido em íons de hidrogênio (positivos) e íons de sulfato (negativos).



A dissociação eletrolítica, decomposição da molécula de ácido sulfúrico por moléculas de água, mostra que a solução forma íons independente de haver ou não placas imersas em solução. A soma das cargas (positiva e negativa) dos íons de hidrogênio e dos íons de sulfato na solução torna a solução eletricamente neutra.

3.2 - Baterias chumbo-ácidas:

A bateria chumbo-ácida acumula energia pelo sistema eletroquímico formado pelo chumbo e seus compostos que são classificados como material ativo e também um eletrólito, o ácido sulfúrico. Este acumulador é composto por dois eletrodos, um de chumbo e outro de peróxido de chumbo, imersos em uma solução aquosa de ácido sulfúrico. No processo eletroquímico, o eletrólito em contato com o chumbo e peróxido de chumbo possui potencial elétrico em relação ao mesmo. Mas, isto somente pode ser possível na teoria, porque na prática detectar ou medir com precisão este potencial acaba sendo impossível. Determina-se o potencial elétrico dos eletrodos com relação ao eletrólito por meio do eletrodo de referência de hidrogênio, que tem por definido potencial zero volt em condições determinadas. Nos estudos de corrosão e acumuladores elétricos, a relação de potencial com o

eletrodo de hidrogênio é tabelado, isto constitui a série eletroquímica. A diferença de potencial entre seus eletrodos definiu a viabilidade de um acumulador elétrico, que deve ser grande para promover as reações de oxirredução (a redução, ganho de elétrons no eletrodo positivo e oxidação, perda de elétrons no eletrodo negativo). Na Figura 3 observa-se a invenção de Planté que 1960 apresentou à academia francesa de ciências a bateria chumbo-ácida. Essa invenção foi feita após sessenta anos da invenção da pilha galvânica por Volta. Esta bateria chumbo-ácida constituía de nove elementos, cada um contendo duas placas enroladas sob espiral e isoladas por uma borracha.

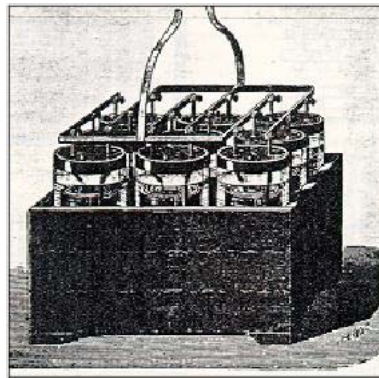


Figura 3 – Bateria de Planté

Esta bateria tinha por finalidade a teoria de dupla sulfatação fundamentada em 1882 por Gladstone e Tribe, como explicação do funcionamento de um acumulador chumbo-ácido. Esta teoria da dupla sulfatação explica que o sulfato de chumbo forma-se nas placas no processo de descarga, em seguida convertem-se nos materiais ativos das placas no processo de carga.

4.0 - Risco para a saúde com relação ao chumbo

O chumbo como contaminante ambiental crescem ano após ano de acordo com a sua utilização industrial. Depois da Revolução Industrial, as concentrações de chumbo no meio ambiente subiram de forma preocupante, principalmente por causa de sua introdução em compostos orgânicos de chumbo (tetraetila) na gasolina como chumbo. A quantidade de chumbo dispersa no ambiente possui alta contração como contaminante. A produção mundial de chumbo no ano de 1999 foi de 6.159.000 toneladas (MARCHETTO, 2000), mais de 70% desse valor são consumidos mundialmente na manufatura de baterias (FERRACIN, 2001).

Na figura 4 apresenta as fontes poluidoras, os meios contaminados primariamente pelo chumbo e o arraste da contaminação do chumbo em forma de cadeia para o receptor final.

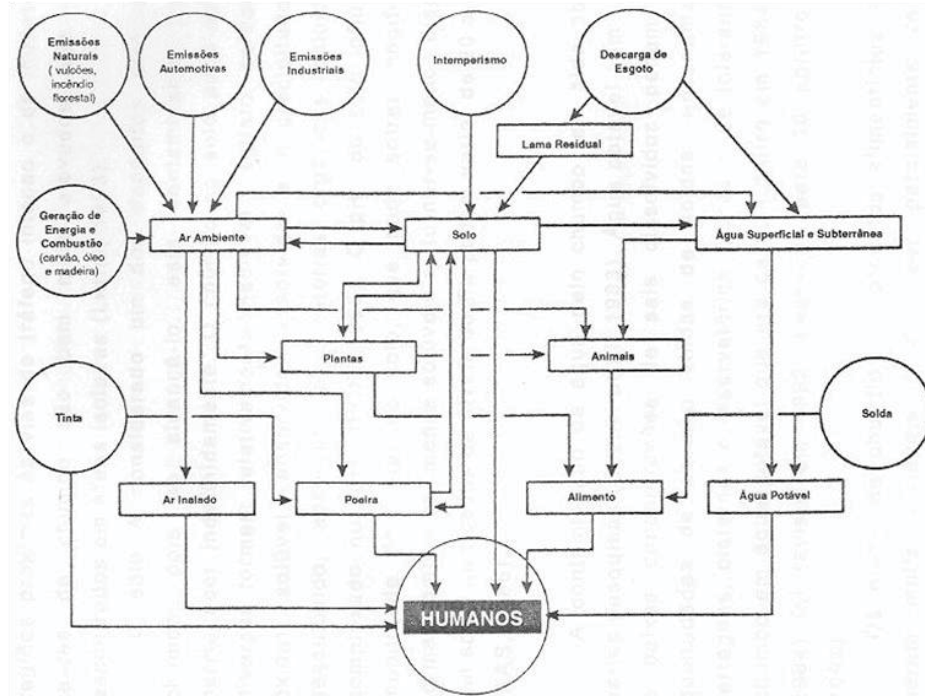


Figura 4 – Exposição no meio ambiente por chumbo.

A contaminação do solo por chumbo pode ocorrer naturalmente, geologicamente ou através de atividades exercidas pelo homem (mineração, indústria e transporte). O teor de chumbo nos solos depende muito da região, sendo que as maiores concentrações encontram-se nas regiões industriais e de tráfego intenso, já em áreas isoladas esse valor é menor (LARINI, 1993). No solo, um dos depósitos principais de chumbo, esse metal pode ser encontrado em diversas formas como insolúvel (sulfato, carbonato ou óxido), solúvel, adsorvido, adsorvido e coprecipitado como sesquióxido, adsorvido em matérias orgânicas coloidais ou complexado no solo (IPCS, 1995).

Em amostras aquosas os dados por contaminação de chumbo não foram determinados, por isso vários estudos e pesquisas sobre o assunto continuam em andamento. Na água potável o valor de tolerância era de 50µg/litro em 1984 e foi revisto em 1993, passando a ser de 10µg/litro (WHO, 1993).

Em produtos alimentícios os níveis são variáveis e podem ser removidos parcialmente (lavando-se ou descascando-se o alimento). Os alimentos, água potável e bebidas alcoólicas são maiores fontes de exposição de chumbo a

população. As crianças são expostas facilmente por solo e ar. A tolerância de ingestão semanal seja de 3mg de chumbo para adultos, ou seja, 400 a 450 μ g/dia. Outra forma de contaminação pouco mencionada deve-se as exposições dos trabalhadores que podem ser prevenidas através de métodos de higiene industrial e equipamento de proteção coletiva e individual.

4.1 - Chumbo: absorção, contaminação e eliminação

Os compostos de chumbo podem ser divididos em duas classes: os inorgânicos e os orgânicos. Os inorgânicos são compostos por sais e óxidos de chumbo, e os orgânicos que são chumbo tetraetila e tetrametila. Quando absorvidos, os compostos inorgânicos atuam no organismo da mesma forma. Os compostos inorgânicos são lipossolúveis e podem ser absorvidos pela pele e via respiratória. Por serem lipossolúveis causam conseqüentemente transtornos nervosos. A absorção do chumbo pelo corpo humano ocorre lentamente e depende de vários fatores como idade do indivíduo, fisiologia, nutrição e fatores genéticos, exclusivamente não ocorrem absorção somente por causa da dose.

As formas fisiológicas de contaminação do organismo pelo metal devem-se preferencialmente pela inalação (ar atmosférico poluído), ingestão (água, alimentos e solo contaminados) e através da pele. Quando se alojam no corpo humano, o chumbo lipossolúvel e projéteis de chumbo ocasiona absorção do metal pela pele e músculos de modo bastante simples.

No organismo, o metal depositado, retido e absorvido terá dependência de fatores como tamanho da partícula inalada, forma química, densidade, ritmo respiratório, duração da exposição e solubilidade.

Através da digestão, o trato gastrointestinal, ocorre intoxicações domésticas. Sua absorção pelo intestino delgado depende de sais da dieta humana como de cálcio, magnésio, ferro, fósforo e vitamina D na dieta humana (LARINI, 1993). Dietas pobres em sais de cálcio, ferro e fósforo aumentam consideravelmente a absorção do chumbo pelo intestino, e também aumenta a deposição deste metal nos ossos (CORDEIRO, 1995).

Os compostos orgânicos de chumbo absorvem facilmente pela via cutânea por serem lipossolúveis. Já os compostos inorgânicos de chumbo pouco absorvem

na pele. Esta via de absorção possui relevada importância em exposições ocupacionais.

Após a absorção, o chumbo não se distribui igualmente ou de forma homogênea pelo organismo. Na corrente sanguínea, ele encontra-se facilmente nos eritrócitos, que em seguida é distribuído aos tecidos moles como fígado e rins, e aos minerais como ossos e dentes. Nos ossos encontra-se armazenado o metal com praticamente 90% de chumbo sob a forma de trifosfato. O chumbo nos ossos, principalmente no cortical denso, possui meia-vida de mais ou menos 25 anos (JAMA, 1994). Já no sangue a meia-vida chega a cerca de 36 dias. Neste caso medidas de profilaxia para as concentrações do metal são importantes para evitar intoxicações agudas, para melhor controle de indivíduos expostos ocupacionalmente, mas também para controle da população em geral. A meia-vida do metal em tecidos moles é de 40 dias aproximadamente (IPCS, 1995).

Em casos como da gestação, a transferência do sangue materno contaminado por chumbo para o feto ocorre rapidamente e se assemelha muito com os níveis do metal encontrado na mãe.

Cerca de 90% do chumbo ingerido, não absorvido, acaba sendo excretado nas fezes, sob forma de sulfetos insolúveis do trato gastrointestinal. Na urina será de aproximadamente 75%. Os níveis de chumbo na urina não devem ser considerados como indicador de contaminação e exposição ao metal, pois a concentração não representa com grau de fidelidade a absorção, já que os rins excretam quantidades altas de chumbo quando ocorre alta concentração do metal no sangue. Para concentrações baixas de chumbo, a determinação da concentração do metal na urina será utilizada com outros parâmetros.

Resumindo, as formas de contaminação pelo chumbo segundo dados do Comitê de Riscos Ambientais e o Comitê de Acidentes e Prevenção de Envenenamento (1987) são a ingestão de comida, ar, água, poeira, contaminação de solos e das indústrias. Após a absorção no organismo o chumbo entra pela corrente sanguínea e acumula-se no fígado, pele, músculos, ossos, pulmões, glândulas, rins e sistema digestivo. Sua eliminação ocorre através de urina, suor, lágrimas e fezes. No entanto, todo o chumbo acumulado no organismo não é totalmente eliminado sendo que do todo apenas 40% é eliminado (PAOLIELLO E CHASIN, 2001).

5.0 - Toxicidade e Dinâmica:

O chumbo é um elemento tóxico não essencial que se acumula no organismo. Na sua interação com a matéria viva, o chumbo apresenta tanto características comuns a outros metais pesados quanto algumas peculiaridades. Como esse metal afeta virtualmente todos os órgãos e sistemas do organismo, os mecanismos de toxicidade propostos envolvem processos bioquímicos fundamentais, que incluem a habilidade do chumbo de inibir ou imitar a ação do cálcio e de interagir com proteínas. Em níveis de exposição moderada (ambiental e ocupacional), um importante aspecto dos efeitos tóxicos do chumbo é a reversibilidade das mudanças bioquímicas e funcionais induzidas.

Como medida das doses de chumbo absorvidas pelo corpo normalmente utiliza-se a avaliação dos níveis de chumbo no sangue. Entretanto, a determinação de chumbo em materiais como ossos e dentes não é possível devido principalmente a cinética do metal no sistema bioquímico (IPCS, 1995).

Seguem abaixo algumas intoxicações por chumbo em sistema orgânico:

5.1 - Sistema Bioquímico (Sangue):

A anemia é a principal manifestação clínica do efeito de intoxicação do sistema hematopoiético para altos níveis de exposição ao chumbo, porém este diagnóstico não é atualmente comum. O chumbo inibe várias enzimas, como exemplo ácido delta-aminolevulínico desidratase (ALA-D), delta-aminolevulínico sintetase, porfirinogênio deaminase, uroporfirinogênio descarboxilase, coproporfirinogênio oxidase e ferroquelatase. Essa alteração da biossíntese sobre a inibição dos vários passos enzimáticos está correlacionada com a carga do chumbo. (PATRICK et al., 2006). A inibição da ALA-D forma o ácido aminolevulínico, detectável no plasma sanguíneo e também na urina, mesmo quando o nível de chumbo sanguíneo acumulado é menor que 10µg/dL (GURER-ORHAN et. al., 2004).

Nos eritroblastos da medula óssea, o chumbo ataca os eritrócitos recém formados por conter excesso de protoporfirina. A inibição da enzima hemossintetase, última enzima da biossíntese da heme, provoca a substituição do Ferro pelo Zinco nos reticulócitos. O efeito do chumbo no sangue faz com que a

síntese da hemoglobina diminua, e os níveis de concentração acima de $1,92\mu\text{moles/litro}$ ($40\mu\text{g/dl}$) acabam causando anemia em crianças (IPCS, 1995).

O Centro de Controle de Doenças (*Center of Diseases Control* - CDC) utiliza como fator de risco $10\mu\text{g}$ de Pb por decilitro de sangue, embora outros estudos detectaram riscos para a saúde e déficits no desempenho neurocognitivo em concentração menores que a CDC indicou (CANFIELD et al., 2003; LANPHEAR et al., 2000; TELLEZ-ROJO et al., 2006). Segundo Wigle e Lanphear (2005) inexistem níveis considerados seguros para o controle de contaminação por chumbo em seres humanos.

Assim, é preciso um entendimento melhor da relação entre o chumbo e suas espécies e os efeitos sobre a saúde humana, de modo que possa ocorrer uma avaliação de risco mais exata. Esta melhor compreensão requer uma coleta consistente de dados e procedimentos de análise que considerem as diferentes espécies do chumbo. As metodologias analíticas para determinação de chumbo são essenciais para identificar, entender e estimar os mecanismos de interação entre o analito e seus alvos biológicos e, conseqüentemente, calcular mais acuradamente os riscos à saúde.

5.2 - Sistema Nervoso Central:

De origem histórica, Hipócrates nomeou os sintomas da exposição ao chumbo com o nome de saturnismo (SADAO, 2002). Os efeitos mais acentuados do saturnismo no sistema nervoso são: dificuldade de compreensão, baixo Q.I., retardamento mental, baixo rendimento na escola, cefaléia, tremor muscular, perda de memória, alucinações, desvios comportamentais, irritabilidade, e disfunção de percepção sensório-motora.

Esses efeitos acentuados são causados por exposição ao chumbo podendo progredir para delírios, convulsões, paralisias e coma. Manifestações no sistema nervoso periférico debilitam os músculos extensores ocasionando hiperestesia, analgesia e anestesia na região afetada (IPCS, 2005).

Na infância a contaminação por chumbo afeta seu desenvolvimento mesmo em níveis menores de chumbo considerados seguros. Em adultos concentrações baixas também afetam o sistema nervoso ocasionando danos no sistema nervoso periférico, afetando o sistema motor (SARYAN et. al., 1994).

A encefalopatia ocorre em formas aguda e crônica. A encefalopatia aguda, no curso clínico, depende da idade, condição do paciente, quantidade absorvida, tempo de exposição e outros fatores. As desordens do sistema nervoso central não muito bem conhecida com relação dose-resposta. A encefalopatia aguda desenvolve com doses maciças e é rara quando os níveis de chumbo estão baixos (WHO, 1995).

5.3 - Sistema Renal:

Nos rins ocorre exposição crônica e aguda. O chumbo provoca deficiência renal lenta em adultos e crianças, no entanto esses danos são reversíveis. Em contínua exposição, como em trabalhadores de fábrica de baterias, os níveis de chumbo no sangue foram detectados acima de 60µg/dL, provocando nefropatia aguda e evoluindo para uma nefrite crônica (IPCS, 1995).

A nefropatia causada por chumbo reduz gradualmente a função renal e acompanha hipertensão (WHO, 1995). Diagnosticar alterações renais induzida por chumbo é muito difícil devido aos níveis de uréia no sangue e creatinina no soro que elevam-se após a perda de 2/3 do funcionamento renal (ATSDR, 1999).

5.4 - Sistema Gastrointestinal:

Os efeitos da intoxicação por chumbo para o trato gastrointestinal ocorrem hepaticamente ocasionando diarreia, constipação e gastrite. Em estudos com animais, a ingestão do chumbo tetraetila alterou sistemas enzimáticos nos processos de biotransformação (IPCS, 2005).

A cólica é um efeito inicial no quadro de intoxicação por exposição ao chumbo, embora ocorra envenenamento a níveis altos de 100 a 200µg/dL, trabalhadores expostos atingem esses sintomas em níveis mais baixos, como 40 a 60µg/dL (SARYAN et. al., 1994).

5.5 – Efeitos nos ossos e crescimento:

Nos ossos a meia-vida do chumbo é longa, a alta concentração de chumbo acumulada nesses tecidos afeta o metabolismo dos ossos ocasionando osteoporose

nas mulheres com menopausa, e também prejudicando o crescimento e desenvolvimento das crianças (IPCS, 2005).

Hicks et al. (1996) encontrou resultados que demonstrou efeitos reguladores sobre os condrócitos em cultura de células afetadas pelo chumbo. Esse efeito inibidor no processo de formação endocondrial na placa de crescimento causa efeitos adversos da exposição crônica ao chumbo no desenvolvimento dos ossos (ZUSCIK et. al., 2002).

5.6 – Efeitos Cardiovasculares

Muitos estudos com os trabalhadores expostos e também com as pessoas encontraram alguns efeitos sobre associados ao metal no sistema cardiovascular como lesões cardíacas e aumento de pressão sanguínea, porém essas afirmações não são bem estabelecidas. Os fatores que confundem como idade, sexo, álcool, fumo e exposição a múltiplos poluentes não foram controlados na maioria das avaliações (SKERFVING, S., 1993).

5.7 - Outros efeitos

As crianças são as mais afetadas da ação tóxica do chumbo, em razões neurológicas, metabólicas e comportamentais. O chumbo no sistema reprodutor masculino limita o número de espermatozóides e também sua morfologia. Na pele, músculos e sistema imunológico não parecem ter efeitos nocivos (IPCS, 2005).

5.8 - Carcinogenicidade e Teratogenicidade

Nos animais a contaminação por chumbo desenvolve tumores malignos e benignos, no homem isto ainda não foi comprovado. O que se sabe até então sobre este assunto é que causa aberrações cromossômicas, abortos espontâneos e morfologia anormal no espermatozóide. No entanto, não existem evidências de que o chumbo apresente teratogenicidade para o homem (LARINI, 1993).

6.0 - Controle da Exposição Ocupacional

Os países desenvolvidos têm conseguido reduzir o uso de chumbo nos últimos anos, principalmente através de programas de prevenção da exposição, de modo que a concentração deste metal no sangue da população diminuiu drasticamente nos últimos 20 anos, chegando a 78% nos EUA. Já nos países em desenvolvimento, o chumbo continua a ser um importante problema de saúde pública, com várias formas de exposição. Na América Latina, a exposição através das cerâmicas possui dimensões consideráveis e, especialmente, para a população pobre, diferentes fontes de exposição, tais como mineração, fábricas de baterias, artesanato e fundições, são mais importante do que o petróleo (STAUDINGER, 1998)

No Brasil, como nos outros países em desenvolvimento, o controle e a prevenção da exposição ao chumbo é praticamente inexistente. Embora não existam dados sistematizados sobre as ocorrências de contaminação por este metal, as poucas informações disponíveis permitem supor que sejam relativamente elevadas (OKADA, 1997; SANTOS, 1993; STAUDINGER, 1998; SILVEIRA; MARINE, 1991).

Para a avaliação dos níveis de chumbo no organismo são necessários exames de sangue e urina para avaliações de absorção e alterações bioquímicas. A Tabela 1 apresenta os índices normais e os limites de tolerância biológicos para amostras de sangue e urina. Os valores que determinam a intoxicação por chumbo obedecem a um limite de tolerância biológico, que depende do fator histórico de cada país (Cordeiro, 1995). Esse limite provém de indústrias e de investigações científicas e se relacionam com a avaliação da saúde ocupacional de cada país. Países que não atingirem o limite de tolerância biológico adotam critérios de outros países, como por exemplo, o Brasil.

Tabela 1: Índices Biológicos de Exposição ao chumbo

IBE	Valor Normal	LTB
Chumbo no sangue	Até 40µg/dL	60µg/Dl
Chumbo na urina	Até 65µg/dL	150µg/dL
Ácido delta amino-levulínicodesidratase	30-60 U/L	10 U/L
Protoporfirina zinco	Até 75µg/dL	200µg/dL
Protoporfirina livres	Até 60µg/dL	300µg/dL
Ácido delta amino-levulínico na urina	Até 4,5 mg/L	15 mg/L
Coproporfirina urinária	Até 150µg/L	200µg/L

Os índices biológicos de exposição ao Chumbo, regulamentados pela Portaria nº 12, de 06/06/83, apresentada pela Secretaria de Segurança e Medicina do trabalho, demonstra valores normais e os limites de tolerância biológicos.

6.1 - Estudos da CETESB

No ano de 2002, ocorreu uma intervenção em uma fábrica de baterias em Bauru por contaminação de chumbo. A CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) realizou coletas de amostragem de chumbo nas chaminés, solo, águas subterrâneas, vegetação e no solo ao redor da indústria. As análises feitas nos laboratórios da CETESB comprovaram concentrações de chumbo no ar extremamente elevadas. Como consequência desses níveis, 314 crianças foram intoxicadas com taxas superiores àquelas aceitáveis pela Organização Mundial de Saúde que seria de 10 µg/dL de chumbo no sangue. A partir dessa publicação na imprensa em 2002 pelos jornais de circulação nacionais (Folha de São Paulo e o Estado de São Paulo), algumas ações emergenciais foram realizadas com o objetivo de reduzir a contaminação (TOMITA & GEPICCB, 2003).

Durante a inspeção da fábrica em Bauru (AJAX) foram constatados sérios problemas no armazenamento de resíduos contaminados por chumbo, os quais ocasionaram contaminação no solo do lado interno e externo da fábrica.

Em 23 de novembro de 2005, conforme decisão de diretoria nº 195-2005-E, a CETESB impôs Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo, para substituição dos valores antigos de 2001. Este relatório aponta seis artigos que estabelecem valores orientadores para funcionamento de fábricas seguindo diversas normas técnicas da CETESB, a partir do dia primeiro de junho de 2006.

6.2 - Definição dos Valores Orientadores:

Valor de Referência de Qualidade – VRQ:

“Concentração de uma substância no solo ou na água subterrânea, que define a qualidade do solo ou qualidade natural de água subterrânea. Determina-se por análises físico-químicas de amostras de vários tipos de solos e amostras

subterrâneas de aquíferos do estado de São Paulo, utiliza-se esse valor para referência nas ações de prevenção da poluição do solo e águas subterrâneas”. (CETESB, 2005)

Valor de Prevenção – VP:

“Concentração de substâncias prejudiciais à qualidade do solo e água subterrânea. Esse valor indica a qualidade do solo em sustentar funções primárias que protegem os receptores ecológicos e qualidade das águas subterrâneas. Utiliza-se para disciplinar a poluição de substâncias em solos para quando este valor for ultrapassado ocorra continuidade da atividade sob nova avaliação, e os responsáveis por essa poluição devem ter o dever de monitorar os impactos”. (CESTEB, 2005)

Valor de Intervenção – VI:

“Concentração de substâncias no solo e águas subterrâneas que possuem riscos potenciais de forma direta e indireta para a saúde humana. Para o solo, utilizou-se procedimentos de avaliação de risco à saúde para exposição Agrícola (APMax – Área de Proteção Máxima). Para a água subterrânea, considerou-se como valores de intervenção as concentrações que causam risco à saúde humana listadas na Portaria 518, de 26 de março de 2004, do Ministério da Saúde – OMS de 2004. A região terá classificação Contaminada sob Investigação quando ocorrer presença de contaminantes no solo ou na água subterrânea acima dos Valores de Intervenção, necessitando ações de resguardo dos receptores de risco”. (CETESB, 2005)

Para metais inorgânicos como chumbo, a CESTEB disponibilizou os valores relacionados na Tabela 2 como os valores de referência de qualidade, prevenção e intervenção para cada substância inorgânica contaminante:

Tabela 2: Valores Orientadores para algumas substâncias inorgânicas

Substâncias	Solo (mg.Kg ⁻¹ de peso seco)					Água Subterrânea (µg.L ⁻¹)
	Referência de qualidade	Prevenção	Intervenção			Intervenção
			Agrícola APMáx	Residencial	Industrial	
Alumínio	-	-	-	-	-	200
Antimônio	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio	3,5	15	35	55	150	10
Bário	75	150	300	500	750	700
Boro	-	-	-	-	-	500
Cádmio	<0,5	1,3	3	8	20	5
Chumbo	17	72	180	300	900	10
Cobalto	13	25	35	65	90	5
Cobre	35	60	200	400	600	2000
Cromo	40	75	150	300	400	50
Ferro	-	-	-	-	-	300
Manganês	-	-	-	-	-	400
Mercurio	0,05	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	<4	30	50	100	120	70
Níquel	13	30	70	100	130	20
Nitrato	-	-	-	-	-	10.000
Prata	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	0,25	5	-	-	-	10
Vanádio	275	-	-	-	-	-
Zinco	60	300	450	1.000	2.000	5.000

7.0 - Metodologias aplicadas para determinação de chumbo:

Nas metodologias empregadas para a determinação de chumbo, dois métodos podem ser destacados:

7.1 - Ensaio da Capacidade

Este procedimento de ensaio da capacidade das baterias chumbo-ácidas foi regulamentado pelas normas NBR 14205[3.6] e NBR 14199[3.5], tendo por finalidade fornecer a capacidade de armazenamento de um elemento ou monobloco, sendo essa capacidade empregada em Ampére-hora (Ah) ou normalizada com relação à capacidade nominal da bateria. Não ocorre diferenciação desses ensaios com relação às baterias descritas anteriormente. O procedimento segue a execução da seguinte forma para ambos os casos de ensaio:

A bateria primeiramente deve estar em estado de carga, mantendo condições de flutuação e o tempo exigido pelo fabricante. Por uma hora deixar o circuito aberto após a carga. Medir as tensões dos elementos na bateria com circuito aberto. Drenar a corrente através da carga e um medidor de corrente conectado a bateria

em série. Escolher regime de descarga. Começar o ensaio, ajustando corrente de descarga em cada carga, mantendo constante no ensaio. Registrar todas as tensões em intervalos no modelo adotado. Monitorar continuamente a tensão dos elementos em intervalos de leitura, observar valores baixos. O ponto final ocorrerá quando um dos elementos atingir a tensão de descarga específica. Recarregar a bateria após a descarga. Determinar a capacidade específica da bateria pela multiplicação do tempo total da descarga em hora pela corrente de descarga. Na capacidade percentual o resultado obtido deverá ser dividido pela capacidade nominal.

A tabela 3 apresenta o tempo de descarga em minutos e horas, e medidas de suas respectivas correntes em Ampère para um elemento de 300Ah.

Tabela 3: Regimes de descarga utilizados em elementos de 300 Ah

Regimes de Descarga para um elemento de 300 Ah														
Tempo de Descarga	Minutos							Horas						
	1	5	10	20	30	40	50	1	2	3	5	8	10	20
Corrente (A)	625	545	454	340	250	214	187	166	103	75	46,1	32,1	30	15,7

Baterias de no-breaks, de telecomunicações e do setor elétrico possuem dimensionamentos diferentes com relação ao regime de descarga. Nas baterias de no-breaks, o regime possui duração de 15 minutos devido à rapidez de descarga. As baterias de telecomunicações e do setor elétrico possuem regimes de descargas mais lentos de 3, 5 ou 10 horas. A determinação do regime de descarga está relacionada à viabilidade da execução. Além disso, existe uma capacidade nominal diferente para cada regime, e quanto maior sua capacidade mais lenta será a descarga.

De acordo com a tabela 4 observa-se o regime de descarga e intervalos de leitura com suas respectivas tensões finais de descarga. A medição da tensão é determinada para cada regime de descarga e o elemento piloto em cada intervalo de leitura será o menor valor de tensão. Elementos com valor de tensão de 1,80V deverão ser monitorados com mais atenção, determinando a hora exata que o elemento piloto alcança a tensão final de descarga para o teste ser finalizado.

Tabela 4: Intervalo de leituras Tensão Final de Descarga (V)

Regime de Descarga	Intervalos de Leituras	Tensão Final de Descarga (V)
30 min	5 min	1,60 ou 1,75
1h	15 min	
15 min	5 min	
3h	30 min	1,75
5h	1h	
10h	1h	

A capacidade percentual corrigida a temperatura de 25°C, segue a seguinte equação:

$$Cr\% = Ct\% / 1 + K(T-25)$$

Onde:

Cr% = Capacidade percentual corrigida

Ct = Capacidade percentual obtida na temperatura T

K = Coeficiente de temperatura da capacidade (0,006 para regimes descarga maiores que 1 hora e 0,01 para regimes iguais ou menores a 1 hora. (Verificar fabricante)

T = Temperatura do eletrólito, para descarga de até 5 horas, considerando T a média da temperatura de todos os elementos em circuito aberto.

As baterias diminuem sua vida útil conforme seu uso, pois ao longo de tempo sua capacidade diminui. A norma IEEE Std 450-2002 relata que todas as baterias devem ser substituídas após a diminuição de 80% de sua capacidade nominal.

7.2 – Determinação de Chumbo por Absorção Atômica (AAS)

A Absorção Atômica (AAS) permite avaliar traços de vários metais em diferentes matrizes. Esta determinação por ser precisa, rápida, com alta confiabilidade e sensível favorece as análises de amostras sem digestão prévia (WELS e SPERLING, 1999).

Para análises sem prévia digestão, o procedimento oferece muitas vantagens como possibilidade de trabalhar por via úmida e seca, redução do tempo no preparo da amostra, eliminação de possíveis perdas do analito pelo processo de volatilização em prévia análise, por retenção em resíduos insolúveis e no preparo da amostra (NOMURA et al., 2008).

Higashikawa et al.(2000) coletaram sangue em mulheres expostas ambientalmente por chumbo, diluíram a amostra de sangue em proporção 1:20 e através da análise por absorção atômica verificou através de uma curva de calibração determinou o nível de chumbo no sangue, que foi superior ou igual a 50 mg/L.

8.0 – Situações de Riscos em áreas contaminadas

Um levantamento de dados do Ministério da Saúde em 2004 registrou 703 áreas contaminadas por chumbo no Brasil. A Cetesb em 2006 registrou no estado de São Paulo a existência de 1.822 áreas de solo contaminado. Estima-se que a exposição por chumbo atinja dois milhões de brasileiros em potencial (BRASIL, 2007a, 2007b, 2008).

Em Bauru no ano de 2002 a Cetesb notificou a Secretaria Municipal de Bauru (SMS-Bauru) quanto a interdição da AJAX, fábrica de baterias, por valor acima do permitido de emissão de partícula de chumbo (Secretaria do Estado de São Paulo, 2002).

A partir dessa notificação realizou-se uma pesquisa de campo coordenado pela SMS de Bauru em regiões próximas a fábrica de baterias localizada em local periférico da cidade. Essa pesquisa de campo foi avaliada pela concentração de chumbo no sangue das crianças, por elas serem consideradas o grupo de maior risco (PADULA et. al., 2006).

A pesquisa de campo definiu a identificação de todas as crianças em um raio de 1.000 metros ao redor da empresa (ponto inicial). Foram investigados fatores de exposição ao chumbo no local através de entrevistas com os pais e responsáveis dessas crianças realizando-se coletas de sangue por profissionais do laboratório de análises do Instituto Adolfo Lutz de São Paulo. O resultado dos exames laboratoriais detectou a exposição por chumbo em 314 crianças com níveis superiores a 10µg/dL

(PADULA et. al., 2006). A Figura 5 apresenta um mapa com as crianças intoxicadas com valores até $24\mu\text{g}/\text{dL}$ e crianças com valores acima de $25\mu\text{g}/\text{dL}$. As crianças que obtiveram resultados abaixo de $10\mu\text{g}/\text{dL}$ podem ser observadas em número maior.

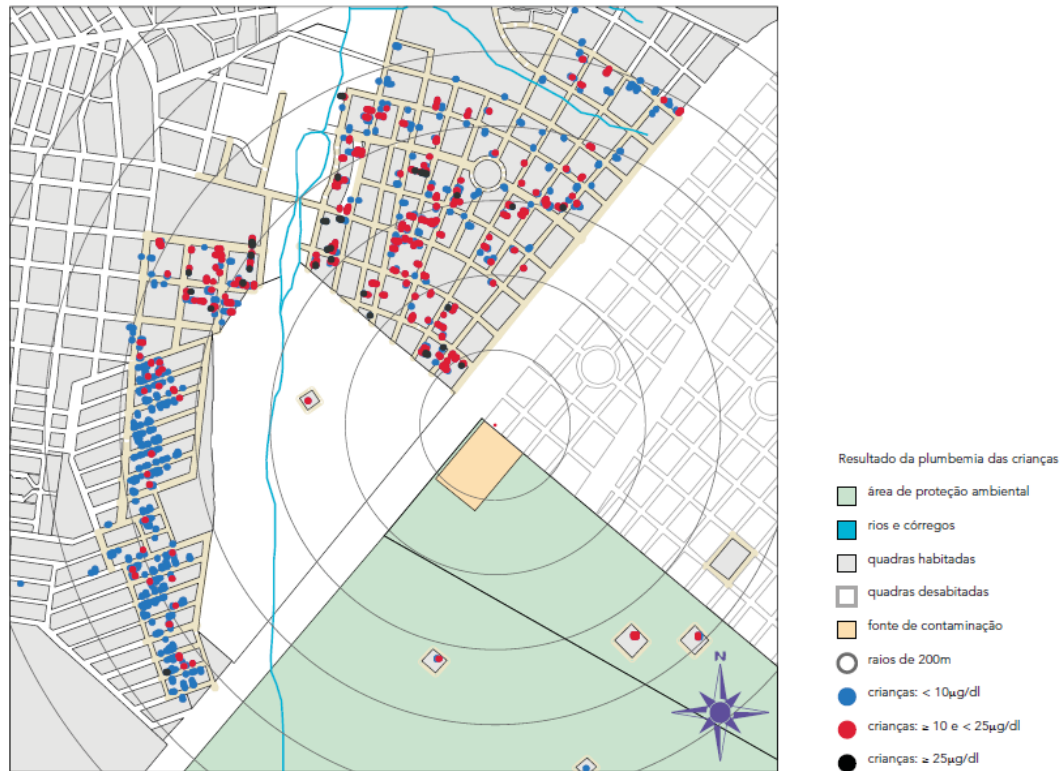


Figura 5: Crianças contaminadas no raio de 1.000 metros da fábrica de baterias

A partir desses resultados as crianças passaram por outros exames clínicos como: radiografias, eletrocardiograma, eletroencefalograma, avaliação de funções hepáticas e renais, hemograma em todas as crianças. Um exame clínico complementar, eletroneuromiografia, que detecta alterações neurológicas foi avaliado para crianças acima ou igual de $25\mu\text{g}/\text{dL}$. As crianças consideradas mais graves tiveram prioridade no atendimento que consistiu internação para tratamento em observação à base de quelação por EDTA (PADULA et. al., 2006).

8.1 – Monitoramento de 2004 a 2011

No período de 2004 a 2011, a Cetesb analisou a área do Distrito Industrial apresentado na Figura 5. Procedimentos de investigação mais detalhados foram aplicados conforme a nova norma que estabelece o uso dos Valores Orientadores. A

região ainda encontrava-se contaminada com emissões atmosféricas de chumbo acima do limite permitido de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (EPA, 2002).

As medidas emergenciais foram remover os materiais contaminados de dejetos contendo sal de óxido de chumbo (PbO) e sulfato de chumbo (PbSO₄) presentes na poeira, restringir o consumo de alimentos, de água e solo que estivessem contaminados e a continuidade do monitoramento da região intercedendo pela legislação pela ocorrência da avaliação de risco para a população (CETESB, 2011).

9.0 – Discussões

O controle e monitoramento de regiões contaminadas como a de Bauru continuam precários, porque o Brasil ainda não possui legislações ou programas para diminuir /ou eliminar os resíduos de chumbo como os Estados Unidos, onde as fábricas de baterias são responsáveis por minimizar os efeitos tóxicos do metal durante a vida útil da bateria por reutilização, reciclagem e também por redução de ações contaminantes. Além dos esforços das indústrias, a população ativa é preocupada com a poluição, pois existe uma legislação pertinente para tal propósito. Dessa forma, nos Estados Unidos o sistema é integrado e rápido desde o setor de coleta de baterias e também incorporando vantagens sobre sua reciclagem (EPA, 2012).

10.0 – Conclusão

Concluiu-se que o modelo de fábrica de baterias no Brasil por diversos fatores como ambiental, econômico e qualidade de vida, ainda não alcançou o padrão ideal, como ocorre com os modelos de fábricas dos Estados Unidos.

11.0 – Considerações finais

Neste trabalho os problemas de contaminação por chumbo relacionando os aspectos de toxicidade e de permanência desse metal nos organismos e no meio ambiente.

Hoje, amparados por dados técnicos e científicos, bem como pela análise de casos concretos, podemos afirmar que as condições físicas do meio ambiente têm se agravado de forma alarmante em função da ação do homem.

Analisando a questão em seus aspectos econômicos, observamos que a degradação do meio ambiente está diretamente relacionada ao modelo de desenvolvimento adotado pelo sistema capitalista, que se baseia na lei da oferta e da procura de produtos e serviços. O estímulo permanente ao consumo é a base desse sistema, que tem a natureza como inesgotável fonte de energia e matéria prima e como receptáculo de dejetos produzidos por suas cidades e indústrias.

Como exemplo de contaminação por chumbo no bairro Distrito Industrial provenientes da fábrica de baterias da cidade de Bauru ainda continua não solucionado e a CETESB tem avaliado tal contaminação principalmente por emissões atmosféricas.

É necessário, entretanto, que haja muita atenção das autoridades brasileiras, pois, como sabemos, embora o desrespeito ao meio ambiente seja um fenômeno comum a todos os países do mundo, ele é muito mais sentido em países pobres, onde a fiscalização é deficiente, a qualidade educacional da população é precária, a miséria é acentuada e a impunidade é latente. Esta conjuntura facilita a prática de crimes contra o meio ambiente cometidos, em sua maioria, por indústrias multinacionais, que fogem do controle rígido efetuado em seus países de origem para que possam se instalar e exercer suas atividades em países subdesenvolvidos sem enfrentar maiores restrições.

12.0 – Referências Bibliográficas:

SANTOS, S. **Efeitos da intoxicação progressiva e aguda de chumbo sobre parâmetros comportamentais do betta splendens: escototaxia e display agressivo**, 2009. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Toxicological profile for lead. Atlanta: ATSDR, 1993.307p.

CUMPRASE. Chumbo na Gasolina. Disponível em: <http://www.minc.com.br/cumpra-se/leiscump.htm>. Acesso em: 17 de novembro de 2012.

NEDER, A. V. F.; COTTA, T. A. R. G. Redução dos riscos de exposição ambiental e ocupacional ao chumbo. Projeto MMA/OPAS. Relatório da 1ª etapa. Brasília, maio 1999.

CHUMBO. Conteúdo aberto. In: Wikipédia a enciclopédia livre. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=conteudo_aberto&oldid=15696001. Acesso em: 22 de novembro de 2012.

Lei nº7823/93. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/destaque/contamina_bauru.htm. Acesso em: 02 de novembro de 2012.

Quitério et. al. Avaliação da poluição ambiental causada por particulado de chumbo emitido por uma reformadora de baterias na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/csp/v22n9/05.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2012.

Mavropoulos, Elena. **A hidroxiapatita como absorvedor de metais**. (Mestrado) Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1999. 105 p. Disponível em: http://portalteses.icict.fiocruz.br/transf.php?id=00006602&lng=pt&nrm=iso&script=thes_chap. Acesso em 29 de setembro de 2012.

Padula et. al., 2006. Intoxicação por chumbo e saúde infantil: ações intersetoriais para o enfrentamento da questão. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n1/17.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2012.

Moreira FR, Moreira JC. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Rev Panam Salud Publica. 2004;15(2):119–29. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v15n2/20821.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2012.

ARAÚJO et. al., 1999. Avaliação da exposição ocupacional ao chumbo: proposta de uma estratégia de monitoramento para prevenção dos efeitos clínicos e subclínicos. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v15n1/0042.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2012.

SOUZA et. al., 2009. Chumbo e anemia. Disponível em: http://www.fmrp.usp.br/revista/2009/vol42n3/Simp9_Chumbo_e_Anemia.pdf. Acesso em: 02 de novembro de 2012.

MATOS et. al., 2007. Recuperação de chumbo de baterias automotivas, análise de Risco dos resíduos resultantes. 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>. Acesso em: 15 de novembro de 2012.

PANTAROTO, H. L., 2007. A eliminação do chumbo na gasolina. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/5mostra/5/167.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2012.

EPA (Environmental Protection Agency). Batteries. Disponível em: <http://www.epa.gov/osw/conserva/tools/stewardship/products/batteries.htm>. Acesso em: 22 de novembro de 2012.

CARDOSO, P. E. R. 2005. Estudo de correlação de parâmetros elétricos terminais com características de desempenho em baterias. (Mestrado em Eletrônica, Microeletrônica e Optoeletrônica pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/26620358/Tese-Capacidade-de-Bateria-Cardoso-Paulo>. Acesso em: 02 de novembro de 2012.

TAVARES, A. D., 2010. Determinação de Cádmio e Chumbo em Alimentos e Bebidas Industrializados por Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica (Tese Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Adriano_Duarte_Tavares.pdf. Acesso em: 02 de novembro de 2012.

MOREIRA, M. F. R, 2008. Uso do chumbo em urina como indicador de exposição e sua relação com chumbo no sangue. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v24n9/21.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2012.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/institucional/52-Hist%C3%B3rico>. Acesso em: 25 de novembro de 2012.