

# Chumbo: sua Exploração, Uso e Saúde Pública.

## Autores

---

Hermano Luis Pantaroto

## Orientador

---

Paulo Jorge m Figueiredo

## 1. Introdução

---

Conhecido desde a antigüidade, o Chumbo é o quinto metal mais utilizado na indústria. Extraído de minas, e transformado por diversos processos, o chumbo é usado para diversos fins sendo que nos últimos 100 anos a produção e o consumo praticamente quadruplicaram. O Brasil é um pequeno produtor deste elemento contribuindo com cerca de 0,2 % do que se consome mundialmente. No Estado de Minas Gerais se encontram as maiores jazidas no País.

A questão da Saúde Pública é bastante relevante quando se trata do Chumbo, pois este apresenta riscos considerados graves, devido a sua gama de utilização e as influências ambientais e na saúde pública associada a sua exposição. A cadeia produtiva do chumbo e dos artefatos que contém este elemento, têm merecido atenção após a ocorrência de acidentes graves e episódios de manuseio e exposição deste material, que afetaram significativamente a saúde pública e o ambiente. Diversos tipos de acidentes ocorridos com o Chumbo atingiram populações, muitos deles com vítimas fatais, ou que carregam consigo as marcas da exposição à este elemento.

## 2. Objetivos

---

O objetivo da investigação em andamento é analisar a cadeia produtiva do chumbo, dos principais artefatos que o empregam, explicitando os fluxos materiais, os usos dos artefatos e as processos após a utilização ou descarte. Através desta abordagem pretende-se contribuir, de um lado para a substituição deste elemento por outros menos agressivos, ampliando inclusive sua disponibilidade para usos mais nobres e controlados; e de outro, para a gestão pós consumo, resguardando a sociedade de praticas inadequadas que estigmatizam o uso deste importante elemento, face às graves influências na saúde dos indivíduos.

## 3. Desenvolvimento

---

Segundo Griffin e Knelson (1975) apud Machado (2002), o chumbo é um elemento encontrado na natureza desde a formação da terra, juntamente com outros minerais tais como: o zinco, a prata e o cobre. Quantidades menores de outros elementos são encontradas, algumas vezes, combinadas com minério de chumbo, inclusive o ouro. A extração do metal contido na galena é feita através de processos físicos e termoquímicos. O minério de chumbo é vastamente extraído em minas subterrâneas. Muitas melhorias têm

sido feitas neste processo, desde a 2ª guerra mundial, no sentido de aperfeiçoar a mecanização e a dinamitização das lavras. Escavadeiras, raspadeiras e máquinas têm substituído o trabalho humano em muitos países. O transporte por trens motorizados, por exemplo, tem sido amplamente utilizado em minas de chumbo nos Estados Unidos. Máquinas leves de sondagem por percussão ou rotação de alta eficiência e explosivos metalizados são usados para desintegrar o minério. O rendimento por homem nas minas de chumbo, em vários países, é condicionado a características que variam de país para país e também de mina para mina, como: a iluminação subterrânea, a ventilação aperfeiçoada (algumas vezes com ar condicionado), bombas mais eficientes, ponta de sondas mais durável de carbureto de tungstênio. No Brasil todas as minas de chumbo, atualmente em atividade, são exploradas por lavras subterrâneas, método denominado SHRINKAGE STOPPING, com recuperação da ordem de 90%. Segundo Rocha (1973), durante o método de beneficiamento, prepara-se o chumbo tomando como ponto de partida o seu minério mais conhecido, que é a Galena ou o Sulfeto de Chumbo, onde freqüentemente o chumbo está ligado à Prata. Numa primeira fase de combustão ao ar livre, elimina-se o enxofre, usando um forno com revérbero ou uma retorta do gênero conservador, com insuflação de ar na presença de cal e de gipso. Dá-se então a formação de óxido de chumbo. Na segunda fase, a fusão redutora é feita em forno tipo "Waterjacket", adicionando-se ao minério queimado um fundente, ferro e coque. O óxido de chumbo é reduzido e o chumbo líquido se junta no fundo da cuba. Na terceira fase, chamada refinação, purifica-se esse chumbo bruto, que contém 2% de impurezas metálicas diversas. Para isso, utiliza-se tanto o processo eletrolítico de Betts (1903), que permite obter o chumbo em proporção de 99,99% com traços de estanho, quanto o processo a seco, por fusão do metal impuro, no qual se extraem, por espumejamento em superfície do banho, as ligas de metais que constituem as impurezas (cobre, níquel, cobalto, arsênico), não miscíveis e menos densas que o chumbo fundido. Um processo mais recente (processo Harris) consiste em eliminar as impurezas por um fluxo oxidante de soda, cloreto e nitrato de sódio, misturado ao banho de chumbo fundido. Nele as impurezas são eliminadas em forma de espuma. Quando o chumbo bruto contém proporções elevadas de ouro, e, sobretudo de prata, é submetido a tratamentos especiais.

O chumbo pode ser consumido na forma de metal, puro ou ligado com outros metais, ou com outros compostos químicos, principalmente na forma de óxidos. As seguintes propriedades do chumbo determinam sua importância comercial e ampla aplicação na indústria: excepcional maleabilidade, baixo ponto de fusão, alta resistência à corrosão, alta densidade, alta opacidade ao Raio X e gama, reação eletroquímica com ácido sulfúrico e estabilidade química no ar, solo e água (ATSDR, 1995 e WHO, 1995 apud Paoliello e Chasin, 2001).

O chumbo é um dos metais mais resistentes à corrosão, sendo extremamente resistente tanto em atmosferas urbanas, como rurais e marítimas. Quando recém cortado possui um brilho metálico que desaparece ao contato com o ar. Isto é causado pela ação do oxigênio, do dióxido de carbono e do vapor de água, que produzem uma camada fina na superfície do metal, agindo como camada protetora para o chumbo (Rocha, 1973).

O chumbo metálico é usado na forma de lâmina ou tubos, onde flexibilidade e resistência à corrosão são características requeridas em indústrias químicas e da construção. O chumbo é também usado como revestimentos de cabos, como ingrediente de soldas e em material de revestimento na indústria automotiva, sendo ainda um material protetor contra radiações ionizantes. É usado como metalizante para coberturas protetoras, na manufatura de baterias e, como banho de tratamento quente, em revestimento de cabos. O chumbo está presente numa variedade de ligas e seus compostos são preparados e usados em grande escala nas indústrias. Cerca de 40 % do chumbo é usado como metal, 25% em ligas e 35% em compostos químicos (ATSDR, 1995 e PARMEGGIANI, 1983 apud Paoliello e Chasin, 2001).

Os óxidos de chumbo são usados nas placas de baterias elétricas e acumuladores, como agente

componente na manufatura da borracha, como ingrediente nas tintas e como constituintes de vitrificados, esmaltes e vidros (ATSDR, 1995 apud Paoliello e Chasin, 2001).

Os sais de chumbo formam a base de muitas tintas e pigmentos. Carbonato de chumbo e sulfato de chumbo são usados como pigmentos brancos, e cromatos de chumbo fornecem pigmentos amarelo, laranja, vermelho e verde. Muitos países têm restringido seu uso e concentrações acima de 0,06% (Estados Unidos) e 0,5% (Nova Zelândia) não são permitidas em pinturas internas (WHO, 1995 apud Paoliello e Chasin, 2001). No Brasil não existe uma Lei específica que estabeleça limites para o chumbo em pigmentos (NEDER, 1999 apud Paoliello e Chasin, 2001).

O arseniato de chumbo pode ser usado como inseticida, o sulfato de chumbo é usado como composto na borracha, o acetato de chumbo tem importante uso na indústria química, o naftenato de chumbo é um secante extensivamente usado e o chumbo tetraetila é um aditivo antidetonante para gasolina. As concentrações máximas nos compostos orgânicos do chumbo estão sujeitas a prescrições legais em vários países, enquanto outros baniram seu uso (ATSDR, 1993 apud Paoliello e Chasin, 2001).

O chumbo pode formar ligas com outros metais como antimônio, arsênio, estanho e bismuto para melhorar suas propriedades mecânicas ou químicas. Pode também ser adicionado a ligas como latão, bronze e aço para obter certas características desejáveis (ATSDR, 1993 apud Paoliello e Chasin, 2001).

De acordo com a U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2003, o chumbo nos Estados Unidos é consumido por cerca de 130 plantas de manufatura. É na indústria de transporte o seu principal uso, consumindo 76% dele em baterias, tanques de combustível, soldas, selantes, anéis e balanceamento de rodas. O setor elétrico, eletrônico e de comunicação (incluindo baterias), setor bélico, vidros para televisão, construção e cobertura protetoras são responsáveis por 22% do consumo. O restante é distribuído nos setores de vidros e cerâmicas, cobertura de fios e na indústria química.

A exposição exagerada ao chumbo pode ser perigosa pelas diversas formas de inserção no corpo humano. Ele pode ser admitido pela boca, nariz ou pele e atingir pulmões, estômago intestinos e entrar na corrente sanguínea. O corpo normalmente elimina o chumbo através das fezes e urina, quando em quantidades toleráveis, como a que ocorre nos alimentos e no ar que respiramos. Se esta quantidade for superior a capacidade de eliminação do corpo, começam os problemas de saúde. Estes problemas se apresentam como anemia, fadiga, dores de cabeça, perda de peso e constipação. Se a taxa de chumbo atingir níveis exageradamente elevados, pode causar dano cerebral ou mesmo a morte. A doença gerada pela intoxicação por chumbo é o **Saturismo (Chumbo e a Sua Saúde, 1990)**.

Muitos acidentes envolvendo o chumbo já foram registrados, entre eles destacam-se:

- Acidente com chumbo ocorrido em uma fábrica de "Fundo de Quintal" no ano de 1977 em Taubaté-SP, levando ao óbito um menor de dois anos vítima da contaminação. A família morava em um rancho ao lado da fábrica, sem qualquer separação de ambientes, permitindo o livre acesso das crianças. O óxido de chumbo era armazenado em latas abertas, depositadas no chão. O óxido tem sabor ADOCICADO, o que deve ter facilitado sua ingestão pelo menor, que fora apanhado pela mãe com a boca suja do referido pó. Dois dias após internação, a criança veio a óbito após 2 paradas cardíacas (Silva, Supino, Bertoli, Leite -1977).

- Contaminação de trabalhadores em empresas de Ribeirão Preto que além da comercialização realizavam desmontagem e montagem de baterias, atividade esta que mantém os trabalhadores em contato permanente com o chumbo. Através de exames foram identificados 24 empregados (40,67% do total) com índices de chumbo no sangue acima dos valores permitidos pela legislação, sendo esses casos catalogados como intoxicação crônica, ou seja, Saturnismo (Caliento - 1992).
- Intoxicação por chumbo em duas empresas que utilizam o chumbo como matéria prima, em duas regiões no Estado da Bahia. Estudo estatístico foi conduzido visando maior confiabilidade na avaliação dos dados de Trabalhadores da Mineração do Chumbo e Trabalhadores da Fundição do Chumbo. Na indústria de mineração foram escolhidos aleatoriamente 52 trabalhadores e na indústria de fundição 57 empregados. Como resultado foi constatado que os trabalhadores da indústria de mineração do chumbo, cujo minério era a Galena (PbS), não apresentavam índice de alteração no teor de chumbo no sangue quando comparado com a população não exposta, indicando que esta atividade seria de baixo risco de contaminação. Já na indústria de fundição do chumbo, tomando-se como base o teor de chumbo no sangue, foram encontrados cerca de 82% dos trabalhadores com teores acima do máximo aceitável. Como resultado considerou-se de elevado risco de intoxicação por chumbo a exposição em indústrias de fundição deste metal (René Mendes – 1975).
- A partir de 1980 surgiram notificações esporádicas de intoxicações profissionais por chumbo no R. G. do Sul. Neste ano, devido reclamações de vizinhos, foi realizado o primeiro trabalho de intoxicação por chumbo numa indústria de chumbo de caça em Porto Alegre. No período de 1981/1982, continuaram as notificações de intoxicações profissionais por chumbo, cujas internações ocorriam no Hospital Conceição de Porto Alegre. Em 1983, a empresa SUMESA teve um grande número de seus trabalhadores intoxicados por chumbo. Isto motivou estudo onde foi detectado que 90% dos trabalhadores da fundição de chumbo na empresa estavam intoxicados (Kirjner, Bôer, Torres, Vasconcellos, Tocchetto e Tesser – 1990).
- No mês de Maio de 1982, foi detectado um surto de Saturnismo em Franca. Após estudos chegou-se a conclusão que a contaminação estava partindo das tachinhas usadas no processo de montagem dos calçados. A contaminação se dava por via digestiva, pois no processo de trabalho o operário colocava a tachinha na boca antes de utilizá-la no calçado. Esta contaminação ficou conhecida como a "Doença das Tachinhas" (Fundacentro – 1982).
- Níveis de Chumbo de um grupo populacional e animais de propriedades vizinhas à indústria Tonolli S/S em Jacareí – SP (Kuno, Humaytá e Oliveira – 1995). A atividade desta indústria estava relacionada com recuperação de sucata de chumbo para produção de ligas e lingotes. Foi detectado nível alto de chumbo no sangue de animais em propriedades vizinhas a indústria.
- Intoxicação por Chumbo em atividade de instrução de tiro em Minas Gerais (Silveira e Ferreira, Rev. Bras. de Medicina do Trabalho - 2003). Devido ao manuseio de cápsulas de tiro, limpeza de armas, ambiente sem ventilação um funcionário foi avaliado, devido aos sintomas que sentia, e foi detectado alto teor de chumbo no sangue.
- Empresa de acumuladores elétricos em Bauru (Fundacentro – 1987). Após avaliação por técnicos da Fundacentro na fábrica da Ajax, em Bauru, foi detectado risco potencial grave de contaminação de funcionários em quase todas as etapas do processo de fabricação. Vários haviam sido afastados nos últimos meses devido nível alto de chumbo no organismo. Na época foi solicitado à empresa correções

nos sistemas e métodos de trabalho com este material.

- Intoxicação por Chumbo (Padula, Abreu, Miyazaky e Tomita – Caderno de Saúde Pública, 2006). Em função da emissão de particulados de chumbo no ar, a CETESB interditou em Janeiro de 2002, uma indústria de acumuladores elétricos em Bauru. A fábrica estava em funcionamento desde 1958 em área periférica do município. Optou-se por estudar as crianças, consideradas em grupo de maior risco. Através dos estudos foi detectado com alto teor de chumbo no sangue de crianças e também altos teores em alimentos cultivados em áreas vizinhas a empresa, que foi interditada.

Exposição humana à contaminação por chumbo e arsênio no vale do Ribeira, SP-PR (Figueiredo, Capitani e Gitahy – 2005). Após longos anos de mineração de chumbo, zinco, prata e arsênio na região, até 1996, quando minas se esgotaram e empresas fecharam, foi deixado para trás um grande passivo ambiental. Passivo este gerado pelos antigos descartes de minas e depósitos de rejeitos minerais com alta concentração de Chumbo e Arsênio ao redor da antiga empresa. Como resultado constatou-se alto nível de contaminação em solo e água da região. Não apenas a questão ambiental, mas a de saúde pública, também está afetada, pois esta contaminação também foi detectada na população vizinha a área.

#### **4. Resultados**

---

O chumbo é um elemento amplamente consumido e que participa da composição de produtos muito consumidos pelo homem. Este consumo, por um lado pressiona para esgotamento no médio prazo, assim como ocorre para outros minerais, e, por outro, aponta a necessidade de um melhor gerenciamento da cadeia desse mineral, face suas implicações ambientais e na saúde. Alternativas de substituição do chumbo representam ainda um desafio, face as características singulares desse elemento. A necessidade de cuidados rigorosos no que diz respeito as implicações ambientais e na saúde, decorre de um extenso elenco de episódios e acidentes materializados.

#### **5. Considerações Finais**

---

O chumbo é um mineral importante para a sociedade atual e para o seu prognóstico de esgotamento, ainda não se tem substituto para toda a sua gama de utilização.

A questão de saúde pública força também a redução do consumo do Chumbo, diferentemente de outros recursos, devido ao fator tóxico à ele associado, implicado também na busca pela sua substituição e de seus compostos por outros menos agressivos. Como exemplo pontual de sua substituição ou eliminação do chumbo, pode-se citar a eliminação de chumbo na gasolina, em pigmentos e tintas, eliminação em solda de recipiente para alimentos, entre outras.

Neste cenário, a reciclagem se apresenta como etapa importante, entretanto sua efetivação exige cuidados especiais, que até então não têm sido observados. Diante disso, esperamos que essa investigação possa contribuir, apresentando elementos fundamentais para o aumento da eficiência no uso deste elemento, com cuidados especiais para o seu manuseio em todas as etapas do ciclo de vida.

## Referências Bibliográficas

---

ARAÚJO, C.C. (1999) – Aplicação de Geoprocessamento na Análise de Favorabilidade para Mineralizações de Chumbo, Zinco e Cobre nas folhas Cerro Azul e Apiaí, Vale do Ribeira (SP e PR). Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Material da Unicamp – Biblioteca do Instituto de Geociências.

CALIENTO, C.R. (1992) – Intoxicação por chumbo em trabalhadores de empresas que comercializam baterias. Revista CIPA, Ano XIII, nº 148, volume 13.

CONCEIÇÃO F<sup>o</sup>, V.M.; MONTEIRO, M.D.; CARVALHO, M.P.; SOUZA, W.S.T. (1993) – Geologia e potencialidade para mineralizações de cobre, chumbo, zinco e prata da borda norte da Chapada Diamantina, BA. Material da Unicamp – Biblioteca do Instituto de Geociências.

DiFRANCESCO, C.A.; SMITH, G.R. (2003) - Lead Statistics. U.S. Geological Survey.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral (2001) – Anuário Mineral Brasileiro. Ministério das Minas e Energia.

FUNDACENTRO (1982) – O controle do surto epidêmico de saturnismo em Franca. Fundacentro – Atualidades em prevenção de acidentes, volume 13, nº 151.

FUNDACENTRO (1987) – Fundacentro avalia riscos em empresas de acumuladores elétricos em Bauru. Fundacentro, atualidades em prevenção de acidentes. Volume 18, nº 205.

FUNDACENTRO (1990) – Investimento em segurança e saúde do trabalhador: O grande negócio da Ajax. Fundacentro, atualidades em prevenção de acidentes. Volume 21 – nº 249.

KIRJNER, G.; BOER, J.M.; TORRES, J.B.; VASCONCELLOS, J.A.S.; TOCCHETTO, N.R.K.; TESSER, R. (1990) – Intoxicação profissional por chumbo no Rio Grande do Sul, de julho de 1985 até junho de 1990. Monografia de conclusão apresentada no II curso de especialização em medicina e no I curso de especialização em saúde do trabalho. Porto Alegre – RS.

KUNO, R.; HUMAYTÁ, M. H. R.; OLIVEIRA FILHA, M. T. O. (1995) – Níveis de plumbemia de um grupo populacional e animais de propriedades vizinha à indústria Tonolli S/A, em Jacareí – SP. CETESB.

MACHADO, I.P. (2002) – Avaliação Ambiental do Processo de Reciclagem de Chumbo. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos. Unicamp. Biblioteca do Instituto de Geociências.

MENDES, R. (1975) – Efeitos da exposição profissional ao chumbo em trabalhadores de duas regiões do estado da Bahia. Fundacentro.

MISI, A. (1973) – As Mineralizações de Chumbo, Zinco, Flúor e Bário do Vale do Rio Jacaré (BA) e seu contexto ecológico. Material da Unicamp – Biblioteca do Instituto de Geociências.

PAOLIELLO, M.M.B.; CHASIN, A.A.M.; (2001) – Ecotoxicologia do Chumbo e seus Compostos. Série Cadernos de Referência Ambiental, Vol.3.

PIMENTA, A.L.; CAPISTRANO FILHO, D.; (1988) – Bauru torna-se a cidade com maior registro de Saturnismo no país. Livro: Saúde do Trabalhador. Editora: Hucitec.

ROCHA, A.J.D. (1973) – Perfil Analítico do Chumbo. Boletim nº 8. Ministério das Minas e Energia. Material da Unicamp – Biblioteca do Instituto de Geociências.

ROCHA, L.A.R.; HORTA, G.O. (1987) – Avaliação da intoxicação profissional por chumbo em indústrias de acumuladores elétricos na Grande Belo Horizonte. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, nº60, Volume 15.

SERVIÇO MÉDICO – CCA (1990) – Chumbo e a Sua Saúde. Informativo.

SILVA, G.D.C.; SUPINO, E.; BERTOLI, C.J.; LEITE, R.N.F. (1977) – Intoxicação familiar por chumbo em fábrica de baterias; Revista brasileira de saúde ocupacional, Volume V, nº 20.

SILVEIRA, A.M.; FERREIRA, L.R.; (2003) – Intoxicação por chumbo em atividade de instrução de tiro. Revista Brasileira de medicina do Trabalho – Volume 1 – nº 1.