



UNILAB

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL
DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS,
AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

ARISTIDES LOURENÇO DOS SANTOS NETO

**DIAGNÓSTICO DO PASSIVO AMBIENTAL DIANTE DA CONTAMINAÇÃO POR
METAIS PESADOS EM SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO, BAHIA, BRASIL**

SÃO FRANCISCO DO CONDE

2018

ARISTIDES LOURENÇO DOS SANTOS NETO

**DIAGNÓSTICO DO PASSIVO AMBIENTAL DIANTE DA CONTAMINAÇÃO POR
METAIS PESADOS EM SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO, BAHIA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. M.e Jordan Silva de Paiva.

SÃO FRANCISCO DO CONDE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da Unilab
Catalogação de Publicação na Fonte

S236d

Santos Neto, Aristides Lourenço dos.

Diagnóstico do passivo ambiental diante da contaminação por metais pesados em Santo Amaro da Purificação, Bahia, Brasil / Aristides Lourenço dos Santos Neto. - 2018.

40 f. : il., mapas, color.

Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos) - Instituto de Educação a Distância, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, 2018.

Orientador: Prof. M.e Jordan Silva de Paiva.

1. Ecossistemas - Santo Amaro (BA) - Contaminação - Diagnóstico.
2. Serviços ambientais. 3. Metais pesados. I. Título.

BA/UF/BSCM

CDD 628.508142

ARISTIDES LOURENÇO DOS SANTOS NETO

**DIAGNÓSTICO DO PASSIVO AMBIENTAL DIANTE DA CONTAMINAÇÃO POR
METAIS PESADOS EM SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO, BAHIA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Data de aprovação: 19/05/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.e Jordan Silva de Paiva (Orientador)

Centro Universitário Estácio do Ceará (ESTÁCIO, CE)

Prof.^a M.^a Eveline Alves de Queiroz

Petróleo Brasileiro (PETROBRAS)

Prof. M.e Dayvison Chaves Lima

Banco do Nordeste do Brasil (BNB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por se fazer presente em minha vida constantemente.

Ao Prof. Jordan Silva pela orientação, paciência e principalmente pela amizade e compreensão que me foram primordiais nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais e demais familiares por estarem sempre presentes.

RESUMO

O prejuízo causado aos ecossistemas ao redor das instalações industriais varia com a complexidade das operações realizadas, o tempo e a forma de deposição. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo dar uma visão sistêmica da contaminação por chumbo e cádmio oriundos de uma usina de fundição no município de Santo Amaro da Purificação, Bahia. Embora o tema seja objeto de estudo há décadas, a importância do mesmo se dá devido à contaminação remanescente após o fechamento e desativação da empresa em 1993. Destarte, foram utilizadas referências bibliográficas como teses, dissertações e relatórios químicos o qual mensura a concentração de chumbo e cádmio ao longo dos tempos no solo, vegetais, mariscos, água e atmosfera assim como os fatores abióticos e bióticos que interferem no processo de transporte e contaminação. Como análise final, mostrou-se alguns planos de ação mitigadora numa busca constante de minimizar os impactos ambientais e a contaminação dos habitantes da região do Recôncavo Baiano.

Palavras-chave: ecossistemas - Santo Amaro (BA) - contaminação - diagnóstico; serviços ambientais; metais pesados.

ABSTRACT

The damage caused to ecosystems around the industrial plants varies with the complexity of operations, the time and manner of deposition. Therefore, this paper aims to give a systemic contamination by lead and cadmium from a smelting plant in the municipality of Santo Amaro, Bahia. Although the subject is studied for decades, the importance of it is due to contamination remaining after 23 years off of the company. Thus, had been used references such as theses, dissertations and reports chemical which measures the concentration of lead and cadmium over time in soil, vegetables, seafood, water and atmosphere as well as abiotic and biotic factors that affect the transport process and contamination. As the final analysis, was some mitigation action plans on a constant quest to minimize environmental impacts and contamination of the inhabitants of the Recôncavo.

Keywords: ecosystems - Santo Amaro (BA) - contamination - diagnosis; environmental services; heavy metals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da cidade de Santo Amaro no Estado da Bahia	15
Figura 2	Efluente da ETE de Santo Amaro da Purificação drenando para o Rio Subaé	17
Figura 3	COBRAC em funcionamento na década de 80	19
Figura 4	Escória utilizada na pavimentação no município de Santo Amaro	21
Figura 5	Vista do Pátio da Fundação em 1991	23
Figura 6	Notícia veiculada pelo Jornal A Tarde sobre o fechamento da fábrica	23
Figura 7	Fábrica desativada em estado de abandono	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AVICCA	Associação das Vítimas do Chumbo e Cádmio de Santo Amaro
Cd	Cádmio
CEDEP	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento do Estado da Bahia
CEPRAM	Conselho Estadual de Proteção Ambiental
Classificação USCS	<i>Unified Soil Classification. System</i>
COBRAC	Companhia Brasileira de Chumbo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRA	Centro de Recursos Ambientais
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i>
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
UFBA	Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	O MUNICÍPIO DE SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO, BAHIA: ASPECTOS HISTÓRICOS E GEOGRÁFICOS	14
3	METODOLOGIA	18
4	HISTÓRICO DA COBRAC (COMPANHIA BRASILEIRA DE CHUMBO)	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1	AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO NUMA AÇÃO TEMPORAL	25
5.2	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	26
5.3	CONTAMINAÇÃO DO SOLO	28
5.4	CONTAMINAÇÃO DA POPULAÇÃO	30
6	MEDIDAS MITIGADORAS	33
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Devido o aparecimento dos processos de transformação em grande escala a partir da Revolução Industrial, a liberação descontrolada de poluentes para o ambiente e sua consequente acumulação no solo e nos sedimentos sofreu uma mudança drástica de forma e de intensidade, explicada pelo aumento dos resíduos gerados das atividades urbanas, industriais e agrícolas (CETESB, 2009 *apud* RABELO, 2010).

A relação entre o Homem e o meio ambiente tem preocupado cada vez mais a sociedade, isto porque o uso indiscriminado dos recursos naturais e a produção de resíduos que são gerados tendem a causar impactos com o passar dos anos.

O desenvolvimento sustentável é procurado atingir a partir das novas tecnologias criadas na busca constante de um equilíbrio entre as necessidades humanas e os recursos utilizados oriundos da natureza.

Durante dois séculos de industrialização, empresários investiram seu capital em determinadas atividades, para as quais eram construídos prédios ou infra-estrutura de diversos tipos que depois de extinguido o investimento, aquela era abandonada e o solo e meio ambiente muitas vezes ficavam degradados e contaminados, criando problemas para os futuros investidores ou moradores dessa área (SÁNCHEZ, 2001).

Atualmente, as áreas contaminadas por resíduos industriais constituem um grave problema socio-ambiental. Embora se tenham instrumentos que visem estudar os impactos ambientais, principalmente os impactos negativos, ainda se encontram dificuldades na aplicação dos mesmos.

Segundo Silva (2007 *apud* MAGRINI, 2001), “O processo de consolidação da política ambiental no mundo pode ser delineado, de maneira geral, a partir de quatro eventos principais, a promulgação da Política Ambiental Americana, em 1969 (*National Environmental Policy Act* – NEPA); a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente em Estocolmo, no ano de 1972; a publicação do relatório “Nosso Futuro Comum”, em 1987, pela Comissão Mundial sobre Meio

Ambiente e Desenvolvimento; e, por último, a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente no Rio de Janeiro, em 1992, a popular ECO-92”.

Dentro de uma análise temporal, estes eventos fundamentaram o desenvolvimento de diversas percepções, modalidades e instrumentos de política ambiental. Todavia, verifica-se que este processo evolutivo não ocorreu homogeneamente no mundo. Em linhas gerais, é possível identificar alguns pontos em comum que moldaram tais políticas, como o processo de estruturação institucional e de formulação de políticas ambientais que se configurou entre o final dos anos 1960 e início dos anos 1970 (SILVA, 2007).

Sendo assim, percebe-se que a partir da década de 70 a abordagem corretiva predominou no país visando, apenas, o controle de poluição ambiental. Pode ser observado que a partir de 1980 um enfoque preventivo foi dado às questões ambientais, assim surgiu a Avaliação de Impacto Ambiental¹ como instrumento de prevenção e tomada de decisão.

Evidentemente, durante anos a gestão ambiental permaneceu adjunta a conflitos de ordens distintas: conflitos entre interesses públicos e privados; conflitos de competências dentro do próprio Estado; conflitos entre empresas, Estado e sociedade civil (MAGRINI, 2001).

A partir de uma curta análise do processo de gestão ambiental quanto os instrumentos que balizam um Estudo de Impacto Ambiental², este trabalho tem por objetivo apresentar um panorama quanto o processo de contaminação ambiental sofrido pelo município de Santo Amaro da Purificação, Bahia, Brasil, devido à implantação de uma usina de fundição e beneficiamento de chumbo na década de 70.

¹ A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é uma ferramenta analítica de caráter quantitativo e qualitativo que tem como intuito, predizer os impactos causados pela ação antrópica, em diversos níveis, sejam eles socio-econômicos, culturais e geofísicos, assim como os métodos para sua mitigação e exaltação dos impactos positivos (SOUZA, 2006).

² Estudos de Impacto Ambiental é um instrumento através do qual é feito um diagnóstico do empreendimento que se pretende licenciar cujo objetivo é evitar que alguns projetos que sejam justificáveis na visão econômica tornem consequências terríveis ao meio ambiente.

É verificado a constância no processo de contaminação por metais pesados, em especial chumbo (Pb) e Cádmio (Cd) na cidade e, embora, a história apresente mais de 30 anos de desativação é possível visualizar as pilhas de escória no local além da bacia de decantação que foi implantada como forma de amenizar a toxicidade do efluente lançado no rio Subaé.

Para tal estudo, a metodologia utilizada propõe uma revisão bibliográfica contendo estudos apresentados pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) além de outros autores que discorrem sobre o processo de contaminação por metais pesados nas diversas instituições de ensino superior. Fundamentou, também, este estudo a Resolução CONAMA 420/2009 a qual visa o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas em decorrência de atividades antrópicas. Para adentrar as pesquisas específicas na área ambiental faz-se necessário o conhecimento preliminar sobre a toxicidade de metais pesados e a sua interação com o meio aquático e terrestre.

2 O MUNICÍPIO DE SANTO AMARO DA PURIFICAÇÃO, BAHIA: ASPECTOS HISTÓRICOS E GEOGRÁFICOS

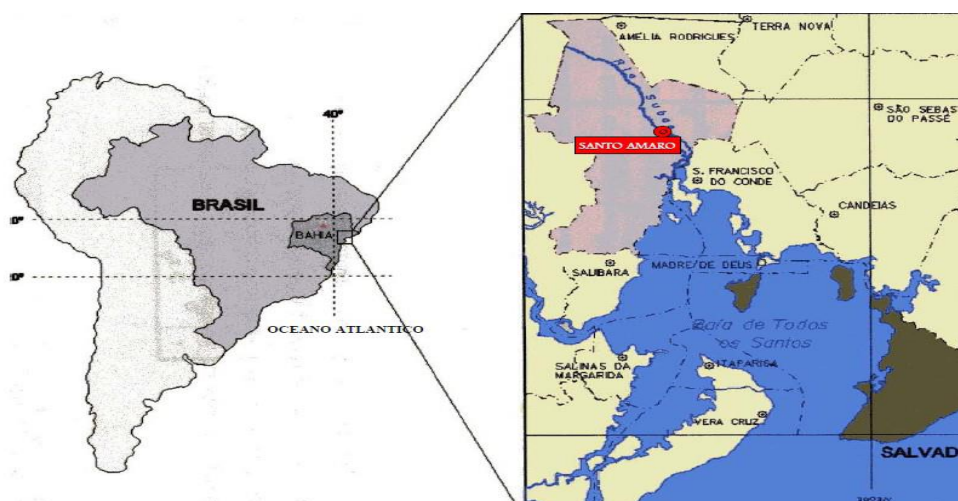
Desde a colonização da região do Recôncavo Baiano, em 1557, colonizadores perceberam a qualidade das terras para o plantio da cana-de-açúcar. Foram, então travadas lutas, sob o comando de Mém de Sá, para a expulsão dos índios que viviam na região, a denominada Guerra do Paraguaçu. Em 1878 já existiam 129 engenhos de açúcar, dos quais 92 eram movidos a vapor, fazendo de Santo Amaro uma cidade predominantemente agrícola.

O município de Santo Amaro da Purificação que ocupa o Vale do Subaé tanto nas margens quanto ao longo da linha de trilhos urbanos da Companhia Leste Brasileira foi elevada a condições de cidade em 13 de março de 1837 sendo desmembrado, posteriormente, em 4 (quatro) municípios: Santo Amaro, Vila de Acupe, Vila de Campinhos e Vila de Saubara.

O município de Santo Amaro está situado ao sul do recôncavo baiano a 73 km da capital Salvador com 486 km² de área. Possui, atualmente, 62.022 habitantes com 48.054 na área urbana e 13.968 na rural (AVICCA/COJEF, 2010).

A cidade é o centro de um município fazendo limite com os municípios de São Sebastião do Passe, Conceição do Jacuípe, Maragogipe, São Francisco do Conde, Conceição de Feira, Amélia Rodrigues e São Gonçalo dos Campos.

Figura 1 - Localização da cidade de Santo Amaro no Estado da Bahia



Fonte: CARVALHO, 2008.

O solo é constituído de massapé cretácio, de cor escura, folhelhos, arcóseos, siltitos, conglomerados/brechas, gnaisses charnockíticos, diatécicos. É constituído de tabuleiros interioranos, baixada litorânea, tabuleiros do recôncavo, planícies marinhas e fluviomarinhas. Os solos são classificados como: Podzólico Vermelho-Amaerlo álico, Vertissolo, Latossolo Amarelo álico, solos indiscriminados de Mangue (manguezal), Podzol Hidromórfico, areias quartozas álicas e areias quartozas marinhas. (PEDREIRA, 1977 *apud* AVICCA/COJEF, 2010).

Esta região é representada majoritariamente por vertissolos e cambissolos, originários de folhetos esverdeados intercalados com calcário do Grupo Santo Amaro, que ocorrem de forma alongada predominantemente na direção norte/sul, com aproximadamente 70 km de extensão e em torno de 10 km de largura. Esses solos caracterizam-se como solos argilosos a muito argilosos (Tabela 1), com conteúdo de argila do grupo da montmorilonita, que apresenta características de contração e expansão em função do seu conteúdo de umidade, moderadamente drenados e mal drenados e com baixa permeabilidade (BAHIA 1996).

Tabela 1 - Resumo dos resultados de caracterização dos solos e classificação USCS.

Parâmetros	S. Francisco do Conde	Santo Amaro	Simões Filho	Candeias
Pedreg.(%)	0	0	0	3
Areia (%)	9	8	3	37
Silte(%)	20	29	27	37
Argila(%)	71	63	70	20

Fonte: DNPM/DIRIN.

De acordo com os dados apresentados o material se manifesta predominantemente fino com uma fração pequena de areia. Os valores encontrados para índice de vazios, porosidade e peso específico são típicos de solos residuais de Massapê encontrados na literatura.

De acordo com Machado *et al.* (2003), o solo da região por ser de baixa permeabilidade e dessa forma é capaz de reter em grandes proporções os metais presentes na área, dificultando a percolação da água e retendo e diminuindo a frente da contaminação.

Estudos feitos por Muñoz (2010) mostrou análise de pH e matéria orgânica nos solos da região e obteve, respectivamente, resultados médios de $6,59 \pm 1,27$ e $6,69 \pm 3,62$ %, caracterizando, assim, o solo como de baixa acidez e baixo teor de matéria orgânica.

O clima varia de seco a sub-úmido e apresenta temperatura média anual de 25,4°C; máxima de 31°C e mínima de 21,9°C. A pluviosidade média anual é de 1.000 a 1.700 mm tendo os meses de abril a junho como período chuvoso, e nos meses secos precipitação superior a 60 mm e inferior a 100 mm.

Tendo como principal efluente o Rio Sergi, onde sua foz ocorre ao norte da Bahia de Todos os Santos, possuindo a Ilha Caraíba em seu estuário, a bacia hidrográfica do rio Subaé possui área de drenagem de aproximadamente 580 km² e uma extensão em torno de 46 km, apresentando uma vazão aproximada de 1,273 m³ s⁻¹ (BAHIA 1996).

A importância histórica e econômica do rio Subaé data do período da colonização do estado da Bahia. Os interesses quanto o desenvolvimento econômico e comercial regional deve-se à sua navegabilidade do rio Subaé além de ter sido usado como fonte de alimentos, sobretudo para a população que se instalou as suas margens.

O rio Subaé teve o enquadramento de suas águas e afluentes em 1995. O trecho compreendido entre sua nascente, no município de Feira de Santana, e a zona estuarina (sul da cidade de Santo Amaro) classificado como classe 2 (águas doces) e da zona estuarina até a sua foz, na Baía de Todos os Santos, como classe 7 (águas salobras). A primeira destina-se ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; e a recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), a segunda destina-se à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana (CONAMA 1986).

A qualidade da água do rio Subaé está comprometida principalmente à jusante de Santo Amaro, onde recebe grande contribuição de cargas orgânicas das indústrias de papel e de todos os resíduos domésticos e esgotamento sanitário da cidade de Santo Amaro (Figura 2), tornando seu estado crítico até a sua foz.

Figura 2 - Efluente da ETE de Santo Amaro da Purificação drenando para o Rio Subaé



Fonte: Carvalho (2005).

3 METODOLOGIA

A pesquisa compreenderá:

- 1) A utilização do método dedutivo, através de pesquisa bibliográfica (que compreende leitura e fichamento), utilizando livros e artigos específicos juntamente com a pesquisa de campo visando à construção de um quadro descritivo da situação.
- 2) A avaliação temporal sobre a contaminação por chumbo e seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores, população residente no entorno da fundição (especialmente crianças) e sobre o ambiente (ar, água, solo, escória, vegetais comestíveis, bovinos, sedimentos e moluscos comestíveis).
- 3) A análise quanto aos instrumentos de gestão, existentes ou não, utilizados no período da implantação da metalúrgica.

4 HISTÓRICO DA COBRAC (COMPANHIA BRASILEIRA DE CHUMBO)

Em 1960 foi instalada, a 2,5 Km na direção noroeste da cidade de Santo Amaro, a empresa COBRAC (Figura 3), subsidiária do grupo multinacional Peñarroya, com o objetivo de produzir lingotes de chumbo, por meio de processos de metalúrgicos de sinterização. Dados históricos mostram que a primeira fornada produziu 254 lingotes de chumbo, série 0000, em 12 de outubro de 1960.

A chegada da empresa naquele município gerou uma falsa expectativa de desenvolvimento econômico, criando um sedutor ambiente surrealista e pouco sensato para as conseqüências irreversíveis que ficariam em forma de herança maldita para os 61.079 habitantes.

Figura 3 - COBRAC em funcionamento na década de 80



Fonte: Carvalho (2008).

Na década de 60 não havia procedimentos quanto os licenciamentos para localização, implantação e operação inicial. Sendo assim, os seguintes aspectos foram obedecidos para a localização da usina de fundição:

- Completa ausência de serviços médicos e higiene industrial;

- Distância dos grandes centros médicos que poderiam diagnosticar patologias relacionadas ao trabalho;
- Relativa proximidade da mina de chumbo³ e de um grande porto.

Segundo OLIVEIRA (1997), desde o início da sua operação a COBRAC, foi motivo de inúmeras reclamações dos moradores do local, que relatavam a morte de animais que pastavam nas cercanias da empresa. Na mesma época, o Dr. Hans F. K. Dittimar realizou estudos na área e apontou a empresa como responsável pela contaminação da área e morte de animais.

A primeira solicitação para o fechamento da fábrica ocorreu em 1961, com base na infração do Decreto n.º 50.877 de 29 de junho de 1961, referente a poluição dos cursos d'água. Segundo OLIVEIRA (1977), o prof. José Oscar N. Reis, apresentou um estudo, que evidenciou a contaminação do rio Subaé pela indústria a qual lançava sem tratamento prévio o seu efluente direto nas águas deste rio, pois a mesma dista 290 m do curso d'água. A própria empresa admitiu ter lançado, também, por meio de emissões para a atmosfera, no período de 1960 a 1977, 400 toneladas de Cádmio e uma média mensal de 1.152 toneladas de dióxido de enxofre (SO₂), durante os 33 anos de funcionamento.

Em outubro de 1980 o CEPRAM (Conselho Estadual de Proteção Ambiental), através da resolução 54/80, aprovada pelo decreto 27.605 de 09 de outubro de 1980, do Estado da Bahia, definiu um elenco de medidas para controle da poluição ambiental. Ainda no mesmo ano a empresa apresenta ao CEPRAM um documento no qual mostram soluções técnicas, acompanhadas de cronograma de execução.

Em 30 de abril de 1981, o CEPRAM (documento CEPRAM 54/80) aprova medidas a serem executadas pela empresa, define prazos de execução e fixa o limite de produção anual de chumbo refinado em 22.000 t/ano. Nesta época eram produzidas 19.351,6 ton./ano (CUNHA, P.S.P. e ARAÚJO, P.S.P., 2001). Em 1987 a Companhia Adubos Trevos, de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, associada à

³ O minério era extraído da mina de Boquira, distante de Santo Amaro quase 600 quilômetros.

Companhia Paulista de Metais adquirem o controle acionário da empresa. Em 1989 a empresa é incorporada a Plumbum Mineração e Metalurgia S/A (OLIVEIRA, 1977).

Durante o processo de ustulação⁴ do minério de chumbo era gerado um grande passivo ambiental que com o passar dos anos tomava parte da área da fábrica sem fins para sua destinação. Sendo assim, parte dessa escória era ofertada à prefeitura do município para a pavimentação de ruas (Figura 4) e à população para construção de moradias. Dessa forma, a abrangência na contaminação foi maior que a esperada. O acesso tornou-se livre ao pátio de fundição e à escória e como consequência doenças e mortes assolavam a cidade.

Figura 4 - Escória utilizada na pavimentação no município de Santo Amaro



Fonte: Carvalho (2008).

⁴ É a queima de sulfetos em fornos especiais com passagem de corrente de ar quente. A ustulação de sulfetos cujo cátion vem de um metal de baixa eletropositividade (metal pouco reativo ou nobre) dá origem a esse metal com desprendimento de dióxido de enxofre. Se o cátion vem de um metal de alta eletropositividade (metal muito reativo ou não nobre) dá origem ao óxido desse metal, com desprendimento de dióxido de enxofre.

Com o propósito de ter as atividades regularizadas a Empresa Plumbum solicita ao Centro de Recursos Ambientais (CRA), no final de 1991 (Figura 5), licença ambiental para operar. Em resposta, o órgão competente o CRA emite parecer técnico que, para a liberação da licença ambiental de operação (LO) por três anos, a empresa deveria cumprir 27 condicionantes, algumas delas:

- controle de emissão atmosféricas e fugitivas;
- medidas visando impedir ou minimizar contaminações para o rio Subaé por efluentes de processo e arraste de metais por águas de chuva;
- caracterização da escória;
- monitoramento do lençol freático e do rio Subaé à montante e jusante, com envio mensal dos resultados para o CRA;
- medidas de controle para evitar o transbordamento dos tanques de decantação da escória;
- realização de estudos epidemiológicos;
- implantação de medidas de prevenção, controle, tratamento e restauração da saúde dos indivíduos sob os efeitos da empresa;
- provimento de água para as populações que manuseiem os mananciais subterrâneos, caso atestado a poluição;
- auditoria semestral do CRA na empresa para verificação da implantação dos condicionantes acima listados.

Figura 5 - Vista do Pátio da Fundição em 1991



Fonte: Carvalho (2008).

Não sendo atendidas as condicionantes impostas pelo CRA à Plumbum, em dezembro de 1993 (Figura 6) é encerrada as atividades na fábrica e seu fechamento solicitado deixando, portanto, um resíduo de fundição (escória) com elevadas concentrações de Pb variando de 2 a 3 %.

Figura 6 - Notícia veiculada pelo *Jornal A Tarde* sobre o fechamento da fábrica



Fonte: Carvalho (2008).

Após o fechamento da Plumbum, foi instalada na área a fábrica de guardanapos Boka Loka Ltda, sem fazer qualquer comunicado ao órgão ambiental (Centro de Recursos Ambientais – CRA). A empresa foi notificada pelo CRA para requerer a licença para operar e em 1996 o pedido foi encaminhado. Apenas em 1998, por não

apresentar os documentos exigidos no processo de licenciamento e construção, e devido à utilização das bacias de rejeitos contendo escória de chumbo, o CRA determinou que a empresa encerrasse as suas atividades na área da Plumbum (Figura 5).

Figura 7 - Fábrica desativada em estado de abandono.



Fonte: Leopoldo Silva.

Estudos sobre a poluição pelo chumbo e seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores, população residente no entorno da fundição (especialmente crianças) e sobre o ambiente (ar, água, solo, escória, vegetais comestíveis, bovinos, sedimentos e moluscos comestíveis) colocam Santo Amaro como uma das regiões mais poluídas do planeta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudos realizados na região do recôncavo baiano apresentam contaminação por chumbo e cádmio, visto que durante todo o processo de concentração do chumbo para a formação dos lingotes tinham-se emissões líquidas e gasosas e resíduos sólidos. A extensa atividade para o beneficiamento de minério de chumbo gerou um passivo ambiental de quase 500 mil toneladas contendo altas concentrações de metais-traço como: Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Zinco (Zn) e Enxofre (S), como já foi mencionado, apresentam-se em altas concentrações na escória depositada na área urbana.

5.1 AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO NUMA AÇÃO TEMPORAL

A Companhia Brasileira de Chumbo – COBRAC, razão social ao término das atividades da usina, em 1993, possuía capacidade de produção anual de 32.000 toneladas. Desde o início das atividades de fundição inúmeros estudos foram realizados com o objetivo de qualificar a contaminação do ambiente e a exposição humana decorrentes das emissões da usina metalúrgica, que indicam como principais problemas:

- instalação da metalúrgica em área onde predominam ventos de baixa velocidade e constantes inversões térmicas, dificultando a dispersão e favorecendo a precipitação dos particulados na área urbana;
- proximidade da metalúrgica ao leito e áreas de inundação do rio Subaé;
- transbordamento da bacia de rejeito em períodos de altos índices pluviométricos;
- baixa vazão do rio Subaé, dificultando a diluição e dispersão dos efluentes líquidos lançados sem tratamento;
- a indústria ter considerado a escória inócua, depositá-la sem critérios técnicos em aterros e reutilizá-la para construção de estradas e áreas residenciais, aumentando significativamente a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas;

- a elevada taxa de concentração dos metais em APP (Área de Preservação Permanente) precisamente nos manguezais do estuário do rio Subaé, contaminando moluscos que servem como base alimentar da região;
- os materiais particulados segregados pela chaminé da metalurgia, contaminando vegetais comestíveis, águas superficiais, solo e expondo a populações do entorno.

Segundo Tavares (1990), o minério utilizado pela usina metalúrgica era, primordialmente, minério sulfetado, PbS (galena), composição: 68-75% Pb, 4 9% de H₂O, contendo também PbCO₃ e ZnS e, menos freqüentemente, o minério oxidado, PbCO₃ (cerusita), composição: 45-57% Pb, 8-13% H₂O). A usina metalúrgica também utilizou minério concentrado de Pb proveniente do Canadá (composição: 55-57% de Pb, 3-6% de H₂O). Dados do CRA registram a composição química média diária da escória, em 1988, como sendo: 1,93% de Pb, 19,84% de FeO, 21,32% de Cd, 29,50% de SiO₂ 0,49% de ZnO e 0,32% de S, sendo a quantidade de escória estocada de 1.638 toneladas (TAVARES, 1990).

Em testes preliminares, Silva Júnior (2006) analisou os testes de lixiviação utilizando cloreto férrico (FeCl₂) e solubilização da escória, onde verificou que os níveis de Pb e Cd encontrados, enquadravam a escória como resíduo classe 1 – Perigoso, segundo a NBR 10.004 da ABNT.

Dados levantados por Cunha & Araújo (2001) indicam concentração média de 5g/kg para Pb e de 0,2 g/kg para Cd. Esses dados, porém não assinalam importantes componentes da garantia de qualidade, tais como, procedimentos de amostragem, metodologia analítica, limites de detecção, concentração em base seca ou úmida, etc. Esta ressalva é válida para todos os dados ambientais apresentados por Cunha & Araújo (2001).

5.2 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Inúmeros estudos para avaliação dos efeitos com a contaminação em nível ambiental e de saúde humana já foram conduzidos em Santo Amaro e alguns mencionados neste trabalho (ANJOS, 1997, 1998, 2001, 2003; BRASIL, 2003;

CARVALHO *et al.*, 1984, 1985, 1986, 1989, 1996, 2001; MACHADO *et al.*, 2003, 2004; TAVARES, 1978, 1990; e TAVARES *et al.*, 1989). Estes estudos demonstram que a região de Santo Amaro da Purificação é considerada uma das cidades do mundo com um dos maiores casos de contaminação por metais pesados no mundo.

Apesar de ser de conhecimento público que metais pesados como chumbo e cádmio não apresentam funções biológicas e não participam de reações básicas à vida, a exposição dos seres humanos através da inalação, ingestão e contato dérmico são uma das principais causas de contaminação na população do município.

De acordo com estudos realizados com coletas de amostras de solo superficial (até 20 cm), para avaliar a influência das antigas emissões atmosféricas da fábrica e determinar os valores de concentração de chumbo e cádmio derivadas das emissões de particulados nos solos da zona urbana e nos arredores de Santo Amaro. Segundo Machado *et al.* (2002), embora desativada as chaminés que eram as fontes de contaminação por emissão de material particulado pela fábrica, o chumbo no solo é praticamente imóvel e por isso a contaminação dos solos superficiais possui uma muito baixa atenuação.

As simulações de dispersão atmosférica (MACHADO, 2010) foram realizadas considerando dados meteorológicos baseados nos registros climáticos históricos pertencentes ao Aeroporto da capital Salvador no intervalo de tempo 2001 a 2005, analisando as seguintes variáveis: horários de direção e velocidade do vento, temperatura, estabilidade, altura de mistura do ar nas zonas rural e urbana, dados estes que condizem com a realidade de Santo Amaro.

Alguns cálculos foram realizados para determinar as concentrações na atmosfera de material particulado e óxidos de enxofre (SO_2) no entorno da fábrica, identificando as regiões onde ocorrem as máximas concentrações. Assumindo que as emissões de SO_2 foram lançadas pela chaminé de 80 m e as emissões de material particulado pelas 07 chaminés menores distribuídas em cada etapa de processamento sendo estas calculadas com emissões brutas e sem controle (MACHADO *et al.*, 2010).

Os estudos referentes às emissões atmosféricas (MACHADO *et al.*, 2010) permitiram afirmar que as antigas emissões ainda desempenham papel importante no processo de contaminação de Santo Amaro. Segundo Machado *et al.* (2010) e que mesmo desativada a chaminé ainda emite material particulado e que consequentemente atinge área no entorno da fábrica.

A contaminação dos solos está diretamente relacionada às emissões atmosféricas e à integração de material particulado ao ciclo hidrológico, dispersão por ventos e outros fatores abióticos.

Foi observado por Machado *et al.* (2010) que os pontos de amostragem dentre os quais foram estabelecidos a área agrícola, residencial e industrial os valores de concentração de chumbo e cádmio foram superiores aos limites estabelecidos pela CETESB (2005) como é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Comparação das concentrações de chumbo com a legislação CETESB

Valores limites CETESB para Pb em mg/kg		Pontos Acima do Limite	Percentual de pontos acima do limite (%)
Qualidade	17	43 pontos	89,58
Prevenção	72	33 pontos	68,75
Interv. Rural	180	16 pontos	33,33
Interv. Urbana	300	11 pontos	22,92
Interv. Industrial	900	4 pontos	8,33

Fonte: Machado *et al.* (2010).

5.3 CONTAMINAÇÃO DO SOLO

A disposição inadequada da escória nas ruas, como forma de aterro, é a que tem proporcionado a principal forma de exposição à contaminação, em razão do contato direto das crianças com a escória pelo mecanismo da geofagia (hábito de comer terra). Todas as crianças examinadas em 1998, 5 anos após o abandono da empresa de suas atividades, ainda apresentavam índices elevados de contaminação por chumbo no sangue.

- A utilização da água proveniente da lixiviação e /ou solubilização da escória e da vegetação pelos animais que pastam no local provocam o processo de bioacumulação e posteriormente migra na cadeia alimentar persistindo no homem;
- A disposição inadequada da escória em épocas distintas produz o desenvolvimento de processos pedogenéticos, por reações ou mecanismo de caráter químico e físico no perfil do solo pela ação de processo que levam a degradação do solo pela alteração de suas características em relação aos seus diversos usos possíveis;
- O aproveitamento da escória como aterro em cultivo aluvionar de areia do Rio Subaé, ocasionando a migração dos contaminantes diretamente para o rio;
- Desvalorização econômica dos terrenos em torno da metalurgia e a impossibilidade de utilização da área para outros empreendimentos;
- Impacto negativo no vetor de crescimento urbano da cidade de Santo Amaro, dentre outros motivos, em função da metalurgia ter comprado à maioria das terras do seu entorno;
- Com o abandono das suas atividades, a metalurgia causou o desemprego de seus funcionários os quais não eram aceitos em outras empresas, devido à possibilidade de ter que arcar com passivos trabalhistas que poderiam lhe ser imputados, sofrendo os ex-trabalhadores a discriminação da contaminação, que ocasionou em vários níveis o desequilíbrio psicológico dos funcionários e suas famílias;
- Sendo constatadas altas concentrações de metais pesados como o chumbo e cádmio, ocasionando bioacumulação em sedimentos e moluscos de todo ecossistema ao norte da Baía de Todos os Santos;

O aparecimento acentuado, nas pessoas envolvidas no processo, de sintomas associados à contaminação, tais como: problemas auditivos, indisposições, sonolência, cansaço, dores articulares, problemas respiratórios, complicações pulmonares, renais, cardiovasculares, músculo-esqueléticas, do sistema nervoso, perda de memória e dificuldade de aprendizagem por perda do desenvolvimento neurocognitivo.

As amostras de solos superficiais nas imediações da Plumbum revelaram concentrações de chumbo que representam o mais alto valor encontrado em terrenos de indústrias de processamento de metais além de valores muito elevados de cádmio. Estas concentrações estão dezenas de vezes acima dos valores estabelecidos para o cenário industrial.

5.4 CONTAMINAÇÃO DA POPULAÇÃO

Segundo Sindimetal (2007), “em 1969, em levantamento com 30 operários da COBRAC - de um universo, à época, de cerca de 200 trabalhadores, constatou-se que 92% apresentavam chumbo no sangue, 76% alegavam cólicas e 86% tinham anemia. Em 76% dos operários examinados foi detectada auréola gengival (acúmulo de chumbo na gengiva, que a deixa azulada) e 55% estavam com diarreia.

O conhecimento científico sobre a toxicidade do chumbo já foi bem caracterizado e transformado em práticas médicas e de Saúde Pública, respaldadas por legislação específica, em alguns países, como os Estados Unidos da América. Entidades do porte da U.S. National Academy of Sciences (1993), *Environmental Defense Fund* (1990), Academia Americana de Pediatria (1998) e do Instituto de Medicina da *National Academy of Sciences* dos EUA, (1996) produziram a base científica que fundamentou documentos que orientam a ação de órgãos de Saúde Pública americanos, como o *Centers for Disease Control*. Tome-se como exemplo o documento “Preventing Lead Poisoning in Young Children - a Statement by the *Centers for Disease Control* - October 1991”, que reflete a visão do “Plano Estratégico para a Eliminação da Intoxicação pelo Chumbo em Crianças” do *Department of Health and Human Services*, dos EUA”.

Este registro dos CDC estipula os padrões científicos e operacionais para o manuseio de ocorrências individuais e coletivas da intoxicação pelo chumbo em crianças, que é vista como uma doença suscetível de prevenção.

Segundo a contabilidade da Associação das Vítimas da Contaminação de Chumbo, Cádmio, Mercúrio e Outros Elementos Químicos (AVICCA), foram 287 (sendo uma média anual de óbito = 20,5) os óbitos de ex-trabalhadores (a fábrica COBRAC tinha

um efetivo de aproximadamente 1.200 trabalhadores) relacionados diretamente ao trabalho com o chumbo. Não há estatísticas precisas, mas crê-se que o total de mortes relacionadas à operação da Cobrac em Santo Amaro, incluídas pessoas que jamais puseram os pés na fábrica, tenha chegado a 630 (sendo uma média anual de óbito = 45).

Segundo a Professora Tania Tavares, do Laboratório de Química Analítica Ambiental da UFBA, um amplo estudo epidemiológico feito em 1980, onde foi revelado que o nível médio de chumbo no sangue (PbS) das 642 crianças que residiam a menos de 900 m da indústria era de $59,1 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, decrescendo para $36,9 \mu\text{g}/\text{dL}$ em 1985, após a adoção de medidas de controle impostas pela autoridade ambiental do Estado. Cerca de 22% das crianças eram filhas de trabalhadores da fundição e esta característica estava associada a um aumento médio de 19% nos níveis de chumbo no sangue.

A escória da fundição era doada pela fundição aos moradores do local, que frequentemente a usavam para pavimentar as vias de acesso e os quintais de suas casas. A média geométrica dos níveis de zinco protoporfirina (ZPP) em crianças residentes em casas onde a escória era visível foi de $78,8 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$, enquanto que este nível era de $70,3 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ em crianças residentes em casas sem esta escória (Carvalho *et al.*, 1985).

A média geométrica das concentrações de chumbo no cabelo (PbC) de 225 crianças de 1-9 anos de idade, residentes a menos de 900 m da fundição, foi de 303 (D.P. geométrico. = 3,3) ppm (Carvalho *et al.*, 1989b). A título de comparação, considere-se que numa população de pescadores adultos de Guaibim, de fora da Baía de Todos os Santos, a média de PbC foi de 6,7 ppm (Carvalho *et al.*, 1984). Os níveis de PbC das crianças tendiam a aumentar proporcionalmente ao aumento da concentração de chumbo no solo peridomiciliar, contaminado pela escória (Tavares *et al.*, 1989).

Em 1991, um inquérito identificou todas as pessoas de 20-50 anos que residiam a menos de 500 m da fundição. O nível médio de PbS de 256 pessoas que nunca

havam trabalhado na fundição foi $28,6 \pm 20,6 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$. Quarenta indivíduos tiveram PbS variando de 40 a $69 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ e quatro, PbS acima de $70 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$. Entre aqueles 15 indivíduos com emprego atual na fundição, o nível médio de PbS foi de $59,6 \pm 23,4 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Melo *et al.*, 1993). A atual legislação ocupacional (NR7) estabelece que o trabalhador com nível igual ou superior a $60 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ deve ser considerado como intoxicado por chumbo e afastado da sua atividade.

Dados disponibilizados pela empresa constataam que, até 1975 a mesma, havia poluído o ambiente com pelo menos 390 toneladas de cádmio. Em 1980, 96% das 396 crianças residentes a menos de 900 m da fundição tinham concentração de cádmio no sangue acima do valor “normal” de referência de $1 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ (Carvalho *et al.*, 1986). Até os dias de hoje, o cádmio permanece como contaminante relevante em sedimentos e moluscos comestíveis do estuário do rio Subaé e da parte Norte da Baía de Todos os Santos, isto se deve à sua fácil mobilidade no ecossistema.

6 MEDIDAS MITIGADORAS

Algumas propostas foram elaboradas no decorrer dos anos para atenuar os impactos negativos causados com a fundição de chumbo em Santo Amaro da Purificação. Como foi mostrada, a contaminação abrange áreas sócio-econômica e ambientais da região e mesmo após a desativação verifica-se uma sucessão de contaminações e a persistência da problemática em todo o município.

Dentro do perímetro urbano, o plano de remediação visou, inicialmente, a identificação de área prioritária, como o entorno da indústria; além da estimativa da quantidade de escória disposta na cidade e um plano de ação e previsão de custos. Entretanto, os inúmeros conflitos judiciais impediram a execução destas atividades.

Atualmente, os riscos de contaminação por via aérea estão mais reduzidos na área urbana, pois quase todos os pontos de lançamento da escória de chumbo na cidade encontram-se recobertos com paralelepípedo ou cobertura asfáltica. A impermeabilização promovida por esse tipo de cobertura diminui a infiltração das águas das chuvas no solo, reduzindo a lixiviação da escória depositada e o espalhamento e arraste de partículas de poluentes pelo vento. Contudo, este material é, de tempos em tempos, trazido à tona por serviços de reparos na rede de água e esgoto, instalação de dutos, reativando diversas rotas de contaminação, como por via aérea ou por geofagia (MACHADO *et al.*, 2003).

Através de processo hidrometalúrgico via ácido clorídrico (HCl), previu-se a remediação local no qual o HCl agiria com extrator dos metais Pb, Zn, e Fe e consequentemente a submissão da solução resultante desta lixiviação hidrácida à extração por solventes. Na eletrólise, serão produzidas as chapas, de chumbo e zinco, “de alta pureza”. Duas alternativas à hidrometalurgia foram anteriormente cogitadas e submetidas a testes de bancada: a pirometalurgia, baseada na extração térmica, e o encapsulamento.

Segundo a CETESB (1985), o encapsulamento pode ser chamado também de solidificação, estabilização ou fixação. Consiste em estabilizar os resíduos perigosos e transformá-los em materiais menos poluentes, através de aglomerantes e

processos físicos. A tecnologia possui as seguintes finalidades: melhorar as características físicas e de manuseio dos resíduos, diminuir a área superficial através da qual possa ocorrer a transformação ou perda de constituintes, e reduzir a toxicidade dos poluentes.

Referente a sistemas de tratamento projetados que utilizam técnicas de solidificação e estabilização para atingir um ou mais dos seguintes objetivos: a) melhorar as características físicas e de manuseio de um resíduo; b) diminuir a superfície de exposição, através da qual possa ocorrer perda ou transferência de contaminantes; c) limitar a solubilidade ou destoxificar qualquer constituinte presente ao resíduo; d) minimizar a taxa de migração de contaminantes para o meio ambiente; e e) reduzir o nível de toxicidade (WILES, 1987).

Solidificação – termo referente ao processo que encapsula um resíduo na forma de um material sólido e restringe a migração de seus contaminantes através da diminuição da área superficial exposta ao processo de lixiviação e solubilização, e/ou reveste os resíduos com materiais de baixa permeabilidade. A solidificação pode ser acompanhada por uma reação química entre o resíduo e o ligante (solidificante) ou por processos mecânicos (EPA, 2000).

Estabilização – termo referente ao processo que envolve reações químicas que reduzem a lixiviabilidade de um resíduo. A estabilização química imobiliza materiais perigosos ou reduz a solubilidade deles através de uma reação química (EPA, 2000).

Avaliando o plano de encapsulamento da escória na área da fábrica, esta deve receber cuidados especiais quanto à coleta, transporte, acondicionamento, pois o resíduo trata-se de uma substância classificada como resíduos perigosos (classe I) e podendo ainda ter a presença de componentes orgânicos (sólidos, líquidos e gasosos) e inorgânicos na escória.

Os resíduos sólidos provenientes de indústrias causam impactos irreversíveis do ponto de vista de saúde pública comprometendo não somente a saúde pública como também o meio ambiente, transcendendo a área física em que foram depositados,

afetando pessoas e o meio físico além de comprometer os mananciais e uma parcela significativa do solo nas grandes cidades (AWAZU ,1997; ALVES,1997).

Awazu (1997), afirma que os problemas causados pelos resíduos sólidos industriais, são decorrentes de vários fatores. Os principais pontos referentes aos problemas dos resíduos sólidos industriais são os seguintes: ausência de controle oficial institucionalizado e atualizado sobre o problema; existe empresas prestadoras de serviço sem qualificação necessária para tal; ausência por parte da sociedade quanto a importância da destinação final dos resíduos, ausência de programa estadual de gerenciamento dos resíduos sólidos e a excessiva burocracia na busca e obtenção de autorizações oficiais.

Pelas leis internacionais e brasileiras o manejo e o tratamento dos resíduos sólidos industriais são de responsabilidade das fontes geradoras. Em relação ao Brasil, o destino final ainda é uma incógnita, ou melhor, as informações são as mínimas possíveis. Via de regra, os resíduos sólidos industriais, são dispostos a céu aberto poluindo o solo, o ar e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (LIMA, 1991). Em Santo Amaro da Purificação a Associação das Vítimas de Contaminação por Chumbo e Cádmio de Santo Amaro (AVICCA) indica 619 ex-trabalhadores foram á óbito e outros apresentam sequelas assim como familiares e pessoas no entorno da empresa e estes possuem processos judiciais correntes além do processo relacionado ao crime ambiental.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a implantação da Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda. em 1960, não ocorreu nenhum tipo de estudo de impacto ambiental (AIA) e a mesma foi alocada avaliando questões econômicas da empresa multinacional Peñarroya Oxide S.A. como a proximidade da mina de Boquira e transporte férreo para disseminação do produto final de fundição.

Com o fechamento da metalúrgica em Santo Amaro da Purificação há mais de 23 anos, os resultados encontrados constataram uma contaminação derivada não somente da disposição incorreta no solo, mas também das antigas emissões atmosféricas e efluentes líquidos.

Num contexto histórico, entende-se que no início do processo produtivo dos lingotes de chumbo, os efluentes eram emitidos sem o menor controle seja de metais pesados, materiais particulados e sulfetos dissolvidos. Há relatos da própria empresa, na década de 70, sobre a emissão direta de efluentes líquidos carregados de chumbo e cádmio no rio Subaé que dista aproximadamente 300 m do pátio da empresa.

Ainda sobre uma análise histórica, tem-se as tentativas não só de fechamento da empresa, mas também do controle de emissão atmosférica e efluentes líquidos através, respectivamente, de ações quanto a implantação de filtros de chaminé e tanques de decantação após avaliação de operação do CRA. Como as condições impostas não foram efetuadas, o fechamento da usina ocorreu deixando um passivo ambiental de quase 500 mil toneladas onde quase 3% contem chumbo na forma oxidada e seus derivados devido ação do tempo.

Verifica-se que a rota de contaminação é diversificada, pois fatores abióticos como: ventos, ciclo hidrológico, vazão de escoamento do rio Subaé, umidade e temperatura são importantíssimos na disseminação do rejeito. Outros fatores também foram determinantes na contaminação como o transporte por homens e animais e, pavimentação além da exposição direta de inúmeros operários dos quais

ainda sofrem por problemas causados através da inalação e/ou ingestão de alimentos contendo metais pesados.

Sendo assim, faz-se necessário planejamento de estudos e pesquisas, como também a implantação de ações mitigadoras concretas que visem o bem-estar da população do município de Santo Amaro da Purificação e o meio ambiente que já se encontra tão agredido após anos de operação e estudos.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro: p. 71. 2004.

ANJOS, J.Â.S.A. Caracterização da escória como fonte de poluição, estudo de caso da Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda. *In*: I Workshop sobre Áreas Contaminadas, São Paulo, 1997.

ANJOS, J.Â.S.A. **Estratégias para remediação de um sítio contaminado por metais pesados**: estudo de caso. São Paulo, 1998, 157 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

AVICCA/COJEF. Relatório do Grupo de Trabalho da Justiça Ambiental. 2010. BAHIA. **Proposta de enquadramento da Bacia Hidrográfica do rio Subaé**. Salvador, Secretaria de Planejamento Ciências e Tecnologias/Centro de Recursos Ambientais, 1996, 29 p.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 4 ed. São Paulo: Editora Bookman, 2002.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Balanço Mineral Brasileiro**. Brasília: SMM, 1988. Vol. 1.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretária de Minas e Metalurgia. **Anuário Estatístico**: Setor Metalúrgico. Brasília, Anos 1990/1994 – Brasília, SMM, 1995. 27,3 cm. 101p. anual.

BRASIL. FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Avaliação de Risco por Metais Pesados em Santo Amaro da Purificação**, Bahia, Ministério da Saúde. Relatório Final. 2003.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (BA). **Resposta aos quesitos do Ministério Público**. Salvador, 1992. 7p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto a presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.", Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, nº 249, de 30/12/2009, pags. 81-84. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>. Visitado em: Agosto de 2011.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. "Considera a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente". Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, de 17/02/1986. Disponível em

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.htm>>. Visitado em: Agosto de 2011.

MACHADO, S. L.; RIBEIRO, L. D.; KIPERSTOK, A.; BOTELHO, M. A. B.; CARVALHO, M. DE F. Diagnóstico da contaminação por metais pesados em Santo Amaro – BA. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. (140-155).

MACHADO, S. L.; SAMPAIO, M. P.; CARVALHO, M. DE F. Contaminação por metais pesados em Santo Amaro da Purificação - BA – Modelagem numérica do transporte de poluentes. V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental - REGEO, Porto Alegre, 2003a.

MACHADO, S. L.; BOTELHO, M. A. B.; CAVALCANTE, R. F.; AMPARO, N. S. do. Contaminação por metais pesados em Santo Amaro da Purificação - BA - Uso de métodos geofísicos em geotecnia ambiental. V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental - REGEO, Porto Alegre, 2003b.

MAGRINI, A. “Política e Gestão Ambiental: Conceitos e Instrumentos”. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. **Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2001.

MANAHAN, S. E. **Environmental chemistry**. 7 ed. New York: Lewis Publishers, 2000.

OLIVEIRA, E.R. **Parecer técnico sobre a ampliação da Companhia Brasileira de Chumbo, em Santo Amaro – BA**. Salvador, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento / Secretaria de Planejamento, Ciências e Tecnologia, 1977. 88p.

RABELO, T.S. **Estudo da contaminação remanescente de chumbo e cádmio no município de Santo Amaro – BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2010.

RIBEIRO, L. D.; MACHADO, S. L.; KIPERSTOK, A.; BAKER, F. R. Contaminação por metais pesados em Santo Amaro da Purificação - BA - Uso de técnicas de hidrometalurgia no reprocessamento de resíduos perigosos. V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental - REGEO, Porto Alegre, 2003.

ROCHA, Antônio José Dourado. **Perfil Analítico de Chumbo**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, 1973.

RUSSEL, J. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Editora Makron Books, 2004. v. 2.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. Edusp/Fapesp, São Paulo, 256 p., 2001.

SILVA, R. F.G. **Gestão de áreas contaminadas e conflitos ambientais: o caso da cidade dos meninos**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). COOPE/UFRJ, 2007.

SILVA JÚNIOR, J.B. **Caracterização do resíduo de Santo Amaro da Purificação.** 2006.

TAVARES, T. M. **Avaliação de efeitos das emissões de cádmio e chumbo em Santo Amaro da Purificação – BA.** 1990. 271 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 1990.