

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

KELEN MARTINS ROSA


**EFEITOS ADVERSOS DA CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS POR
METAIS PESADOS (CÁDMIO E CHUMBO) NA SAÚDE AMBIENTAL E
A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO DE ALIMENTOS: o caso de
Santo Amaro da Purificação, BA.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2015

KELEN MARTINS ROSA



**EFEITOS ADVERSOS DA CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS POR
METAIS PESADOS (CÁDMIO E CHUMBO) NA SAÚDE AMBIENTAL E
A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO DE ALIMENTOS: o caso de
Santo Amaro da Purificação, BA.**

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Denise Pastore de Lima

MEDIANEIRA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Especialização em Gestão Ambiental em Municípios



TERMO DE APROVAÇÃO

EFEITOS ADVERSOS DA CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS POR METAIS PESADOS (CÁDMIO E CHUMBO) NA SAÚDE AMBIENTAL E A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO DE ALIMENTOS: o caso de Santo Amaro da Purificação, BA.

Por

Kelen Martins Rosa

Esta monografia foi apresentada às..... h do dia..... **de..... de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - Polo de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

Prof^a. Dr^a. Denise Pastore de Lima
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof^o. Me. Daniel Rodrigues Blanco
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^o. Me. Fabio Orssatto
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.-

Dedico este trabalho de conclusão do curso da Especialização em Gestão Ambiental em Municípios aos meus pais, meu esposo e ao meu pequeno Henri.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por todas as graças que concede a mim em minha vida, e essa especialização é apenas mais uma das suas graças. *“O senhor é meu pastor e nada me faltará.”*

Sempre e eternamente, aos meus pais, anjos sem asas que Deus confiou a responsabilidade de educar-me e ensinar-me a ser uma mulher de caráter bom, personalidade ímpar e viver trilhando sempre os caminhos do bem, e à essa missão eles cumpriram e cumprem muito bem, posso dizer que com perfeição.

E ao meu esposo, por compartilhar comigo, principalmente, os momentos difíceis de toda nossa trajetória.

“O historiador e o poeta não se distinguem um do outro pelo fato de o primeiro escrever em prosa e o segundo em verso. Diferem entre si, porque um escreveu o que aconteceu e o outro o que poderia ter acontecido.” (ARISTÓTELES)

RESUMO

ROSA, Kelen Martins. Efeitos adversos da contaminação dos alimentos por metais pesados (Cádmio e Chumbo) na saúde ambiental e a importância do saneamento de alimentos: o caso de Santo Amaro da Purificação, BA. 2015. 46. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

É de conhecimento nacional que Santo Amaro é um dos municípios de maior índice de contaminação por metais pesados, do mundo. Contaminação essa proveniente do passivo ambiental deixado pela empresa Plumbum LTDA, que realizava beneficiamento de chumbo para produção de óxidos de chumbo, e sem nenhuma preocupação ambiental descartava seus resíduos altamente tóxicos a céu aberto, contaminando os solos e à população. Ao depositarem as escórias, ricas em chumbo e cádmio, nos solos ocorre então a contaminação desse compartimento ambiental, que é utilizado por muitas famílias santo-amarense para realizarem seus cultivos alimentícios que lhes dão a subsistência. Então temos solos contaminados, que por sua vez contaminam os alimentos ali cultivados. Esses metais pesados são altamente tóxicos aos homens, pois não possuem nenhuma função biológica, logo acarretam em sérios malefícios à saúde humana, como é o caso do saturnismo em crianças. O objetivo desta pesquisa é, a partir da análise dos passivos ambientais gerados pela contaminação de chumbo e cádmio sofrida pelo município de Santo Amaro, mostrar que a partir da inserção de medidas de saneamento ambiental pode-se melhorar a qualidade de vida dos santo-amarense e promover a saúde ambiental. A metodologia utilizada foi o levantamento de bibliografias existentes acerca da problemática do município e como esta interfere na qualidade da vida dos cidadãos santo-amarense. Além do levantamento bibliográfico foi elaborado de forma lúdica, criativa e objetiva o modelo causal para a contaminação por esses metais. Buscando ainda, a sugestão de medidas e ações a serem tomadas para prevenir, proteger e promover a saúde ambiental de Santo Amaro da Purificação. Diante dessa problemática já consolidada por muitos anos no município é que sugere-se que a iniciativa de mitigação e provável erradicação dessa contaminação seja a partir da adoção de medidas de saneamento de alimentos, e uma das mais estudados até o presente momento e que apresentam resultados positivos, podendo ser uma solução a longo prazo, é o uso da fitorremediação para extração do chumbo e cádmio dos solos agricultáveis de Santo Amaro. E dentre as diversas espécies já analisadas para fitoextrair esses metais dos solos, a mamona é a que apresenta, além de bons resultados de eficiência de remoção, um ciclo fechado sendo classificada como técnica sustentável, pois é uma espécie que após o período necessário para realizar a fitoextração poderá ser utilizada como matéria-prima para a fabricação de biocombustível.

Palavras-chave: poluição, solo, fitorremediação, metais pesado.

ABSTRACT

ROSA, Kelen Martins. Adverse effects of food contamination by heavy metals (cadmium and lead) in environmental health and the importance of sanitation of food: the case of Santo Amaro da Purificação, BA. 2015. 46. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

It is a national knowledge that Santo Amaro is a city with one of the greatest incidence of heavy metals contamination in the world. This contamination is a result of the environment passive left by the company Plumbum LTDA, which used to perform lead processing to produce lead oxide without any environmental concern, dismissing the toxic wastes on the environment, contaminating the ground and the population. After depositing the slag, full of lead and cadmium, on the ground the contamination occurs on this environment compartment, that is used for many santo-amarense families to do their food crops for their subsistence. As a result, we have contaminated grounds and as a consequence, the food contamination. These heavy metals are highly toxic to people, because they do not have any biological function, as a consequence, it can cause severe human health problem as is the situation of children lead poisoning. The objective of this research is, starting with the analysis of the environmental passive generated by the lead and cadmium contamination suffered by Santo Amaro municipality, to show that, from insertion of environmental sanitation actions, it is possible to improve the life quality of the Santo Amaro citizens and promote environmental health. The methodology used was to research existing bibliography about the municipality issue and how it interferes in the qlife quality of Santo Amaro citizens. It was also developed in a ludic, creative and objective way, the causal model for the contamination by these metals. The objective is also the suggestion of actions to be performed to prevent, protect and promote the environmental health of Santo Amaro da Purificação. On this issue already consolidated for many years in the municipality is suggested that the mitigation initiative and likely eradication of this contamination be started from actions of sanitation of food, and one of the most recent studies that presents positive results, that could be one long term solution, to use the phytoremediation to extract the lead and cadmium from the agricultural grounds at Santo Amaro. Among the variety of analyzed species to extract this metals from the ground, the most that presents not only good efficiency extraction results but also a close cycle classified as sustainable technique. This is a specie that, after the necessary phytoextraction period of time can be used as raw material to manufacture biofuel.

| **Keywords:** pollution, soil, phytoremediation, heavy metals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização do Município de Santo Amaro.....	15
Figura 02 - Pluma de Concentração de Cádmio no Solo oriundo da Dispersão atmosférica.....	19
Figura 03 - Pluma de Concentração de Chumbo no Solo oriundo da Dispersão atmosférica.....	19
Figura 04 - Tabela Contendo os Principais efeitos do Chumbo na Saúde Separadamente das Crianças e dos adultos, Com Seus Limites por Litro de Sangue.....	28
Figura 05 - Modelo Causal Sistêmico elaborado para os Fatores Determinantes da Contaminação do Homem por ingestão alimentar e suas inter-relações.....	30
Figura 06 - Rotas de Transmissão dos Contaminantes Chumbo e Cádmio para os alimentos e suas inter-ligações.....	35
Figura 07 - Quadro de Medidas no âmbito da Cura, Prevenção, Proteção e Promoção da Saúde nos Diversos Ramos da Saúde ambiental.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Doenças Relacionadas ao Cádmio no organismo Humano.....	29
Quadro 02 - Média dos Valores de Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb) nos Mariscos Coletados.....	32
Quadro 03 - Vantagens e Desvantagens da aplicação da Fitorremediação.....	38
Quadro 04 - Capacidade de armazenagem das Plantas Hiperacumuladoras....	40
Quadro 05 - Espécies Vegetais utilizada por Assunção (2012) em seu estudo de Fitoextração de Chumbo e Cádmio do Solo Contaminado de Santo Amaro.....	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	14
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA	14
2.2 TIPO DE PESQUISA.....	15
2.3 COLETA DE DADOS.....	16
2.4 ANÁLISE DOS DADOS	16
3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 O CASO DE SANTO AMARO	17
3.2 METAIS PESADOS	23
3.2.1 Cádmio e Chumbo.....	24
3.2.2 Contaminação por Chumbo e Cádmio em Santo Amaro	26
3.3 SANEAMENTO DE ALIMENTOS.....	33
3.3.1 Rotas de Transmissão.....	34
3.3.2 Fitorremediação para remoção do chumbo e cádmio do solo	36
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo irá abordar a temática da relação existente entre o ramo do saneamento ambiental responsável por garantir e assegurar a inocuidade e salubridade dos produtos alimentícios em todas as esferas, ou seja, da captação da matéria-prima até seu consumo, que é o Saneamento dos Alimentos, e sua importância para a promoção e proteção da saúde ambiental.

É de conhecimento da grande maioria dos responsáveis políticos e cientistas de que o município de Santo Amaro é considerado um dos municípios mais contaminado por metais pesados do Planeta (CARVALHO, 2005). E essa contaminação deu-se devido ao processo produtivo e de beneficiamento do chumbo, realizado pela Plumbum Mineração e Metalurgia LTDA, empresa filial da Penarroya S.A de origem francesa e líder mundial na produção de óxidos de chumbo.

Essa cadeia produtiva acarretou em uma gama de passivos ambientais deixados pela empresa, que não tomou nenhuma medida preventiva, muito menos mitigadora desses impactos causados. Desta maneira, houve uma contaminação dos compartimentos ambientais pelos metais pesados, chumbo e cádmio, que por sua vez foram transferidos para os alimentos causando efeitos adversos na saúde da comunidade santo-amarense, principalmente às crianças.

De acordo com Santos (2011) a principal via de intoxicação do homem por elementos-traço ocorre em 90% dos casos por ingestão de alimentos contaminados. Ainda segundo o mesmo autor, a ingestão de alimentos e a inalação do ar são as principais vias de introdução do chumbo e cádmio no organismo humano. Esses metais pesados são altamente tóxicos, possuem a característica de persistência no ambiente, são bioacumuláveis na cadeia alimentar, uma vez dentro do corpo do homem não irão trazer nenhum benefício, já que não tem função biológica, e sim malefícios à saúde (CARVALHO, 2005).

Como, de acordo com a FUNASA (2007), a alimentação higiênica é condição fundamental para a promoção e manutenção da saúde, e esta deve ser assegurada por meio do controle eficaz da qualidade sanitária do alimento em todas as etapas da cadeia alimentar.

Esse artigo se justifica à medida que propiciará um entendimento mais sistêmico das relações de causa e efeito dos passivos ambientais ocasionados por metais pesados para o saneamento dos alimentos e a saúde ambiental, utilizando-

se como exemplo o caso de contaminação ocorrido em Santo Amaro da Purificação, Bahia.

Tendo em vista que nos dias atuais a contaminação dos alimentos por metais pesados tem sido algo mais frequente, entender o modelo causal dessa problemática ajudará e será alicerce para tomadas de decisões de futuros gestores ambientais quando ocorrer a problemática.

Assim, este estudo visa analisar os impactos da contaminação dos alimentos por metais pesado (chumbo e cádmio) na saúde ambiental do município e sua população, impactos esses provenientes dos passivos ambientais decorrentes das atividades desenvolvidas pela Plumbum Mineração e Metalurgia LTDA, inserir o saneamento dos alimentos como principal medida para promoção da saúde, e inferir esses resultados para contaminação de alimentos por metais pesados em geral.

Em específico, tem os objetivos:

- Pesquisar a contaminação dos diversos compartimentos ambientais e suas implicações para a contaminação dos alimentos;
- Elaborar o fluxograma de possíveis rotas de contaminação dos alimentos;
- Elaborar um modelo causal dos fatores determinantes para que a ingestão desses alimentos contaminados venha a afetar a saúde ambiental da população, e suas interligações;
- Inferir as consequências dessa contaminação alimentícia na saúde “socioeconômica” da população.
- Apresentar propostas e recomendações que visam a proteção, prevenção e promoção da saúde santo-amarense. Com isso, ficará evidenciada que o Saneamento dos Alimentos deve ser melhor inserido no município, a fim de promover e assegurar à população a salubridade dos alimentos que consomem, sejam eles oriundos de uma agricultura por subsistência ou não.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A problemática em questão nesse artigo trata-se da aplicação do saneamento de alimentos como principal medida de promoção da saúde, especificamente tratando do caso de contaminação por chumbo e cádmio em que passou, e ainda sofre os impactos, a população de Santo Amaro da Purificação. E para isso é importante que se entenda o saneamento ambiental como sendo o conjunto de medidas e ações que visam assegurar e garantir a inocuidade, salubridade e conservação dos alimentos em toda a sua cadeia produtiva.

Para isso, levantou-se a hipótese de que o desenvolvimento desse estudo com a elaboração de um modelo causal que explicitasse os fatores determinantes para que haja contaminação do homem pelo Pb e Cd presente nos compartimentos ambientais, oriundos do passivo ambiental da Plumbum LTDA, e suas interligações serviria de incentivo para que outros estudos focados nesse ramo do saneamento viessem a ocorrer, além de permitir o melhor entendimento da complexidade dessa temática.

Desta maneira, adotou-se como metodologia o levantamento de bibliografias existentes acerca da problemática do município em questão e como esta vem interferindo na qualidade da vida dos cidadãos santo-amarenses. Bem como a reflexão individual da autora a cerca do assunto e a elaboração criativa do modelo causal citado. Buscando ainda, a sugestão de medidas e ações a serem tomadas com a intenção de prevenir, proteger e promover a saúde ambiental de Santo Amaro da Purificação.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

Santo Amaro da Purificação está localizado na zona sul do Recôncavo Baiano, distante de Salvador em 73 km (Figura 1). O município possui uma área de, aproximadamente, 492,92 km² e 61.702 habitantes (IBGE, 2015). Possui um clima úmido a subúmido com temperatura média anual de 25,4°C, apresentando média máxima de 31°C e mínima de 21,9°C, a pluviosidade anual média varia de 1000 a 1700 mm, com período chuvoso entre os meses de abril a junho (MOREIRA; *et. al.*, 2006).

O relevo santo-amarense é caracterizado como acidentado (ANJOS, 2003). E os solos são predominantemente vertissolos e cambissolos vérticos, profundos, poucos porosos, com permeabilidade baixa e drenagem restrita, textura variando de argilosa a muito argilosa (ANJOS, 2003).

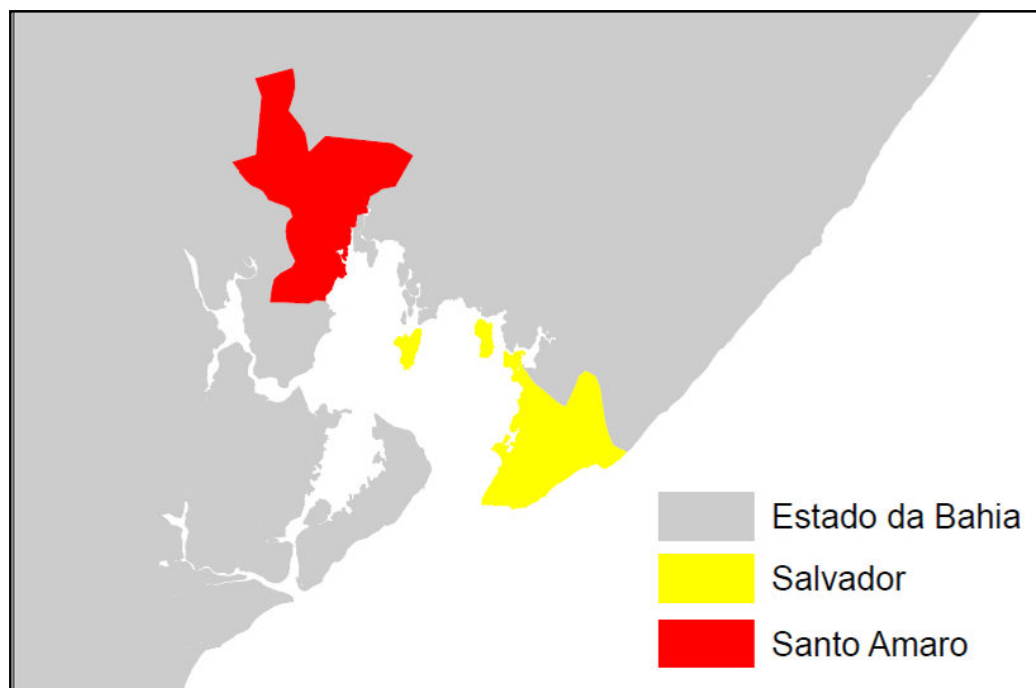


Figura 1 – Localização do Município de Santo Amaro.

Fonte: ROSA, 2015

2.2 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa será teórica, de natureza de resumo de assunto, descritiva, fonte de papel, bibliográfica e qualitativa.

A pesquisa teórica é aquela que tem por objetivo ampliar as generalizações, definir leis mais amplas, estruturar sistemas e modelos teóricos, relacionar e enfeixar hipóteses (RODRIGUES, 2007).

De acordo com Gil (2008) uma pesquisa descritiva é aquela em que o pesquisador descreve as características de determinada população, fenômeno ou de uma experiência. A grande contribuição desse tipo de pesquisa é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida (SANTOS, s/a). Em geral, uma

pesquisa descritiva é também qualitativa, que de acordo com Rodrigues (2007) é o tipo de pesquisa em que os dados são analisados indutivamente.

Pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em algum (s) material (s) já elaborado por outros autores, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2008).

2.3 COLETA DE DADOS

Os dados serão, em sua totalidade com exceção da rota de contaminação e do modelo causal, de origem secundária, ou seja, retirados de estudos sobre a temática, livros, artigos, entre outras fontes bibliográficas.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados serão interpretados de forma objetiva e contundente a fim de alcançar a elaboração de uma rota de contaminação e um modelo causal, bem como sugerir uma medida mitigadora do impacto ambiental.

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

3.1 O CASO DE SANTO AMARO

Santo Amaro da Purificação está localizado na zona sul do Recôncavo Baiano, distante de Salvador em 73 km. O município possui uma área de, aproximadamente, 492,92 km² e 61.702 habitantes (IBGE, 2015). A cidade é cercada de belíssimas cachoeiras e cascatas, além das belezas naturais, o lugar preserva edificações antigas e históricas, tais como, a capela de Santo Amaro e o Solar Paraíso.

Em 1960, uma filial da empresa francesa Penarroya S.A, líder mundial em produção de óxidos de chumbo, se instalou no município com razão social Companhia Brasileira de Chumbo – COBRAC, a 300 metros da margem direita do rio Subaé (MOREIRA, 2006). Para Anjos (1998) *apud* Anjos (2009), a instalação da empresa não obedeceu a nenhum tipo de projeto que fosse levado em conta os aspectos de vulnerabilidade da bacia hidrográfica do rio Subaé, de clima e de localização, tendo em vista sua proximidade tanto com o curso d'água como com a zona urbana da cidade.

A fábrica produzia cerca de 5.870 t/ano de lingote de chumbo a partir da extração e beneficiamento de, aproximadamente, 11.710 t/ano do minério de chumbo (OLIVEIRA, 1977 *apud* AMBIOS, 2003). Em 1989, a COBRAC foi incorporada a Plumbum Mineração e Metalurgia LTDA, pertencente ao grupo Trevo, e então passou a ser chamada de PLUMBUM.

A empresa operou durante 33 anos encerrando suas atividades em 1993, e deixando um passivo com 490 mil toneladas de resíduo contaminado com metais pesados, principalmente chumbo e cádmio (SOUZA; LIMA, 2012). Anjos (2003) detalha a composição dessa escória: 2 a 3% de chumbo e 21% de cádmio, que contaminou a população da cidade. É importante salientar que a Plumbum LTDA durante os anos de operação não adotou nenhuma medida de controle de emissões e descarte de resíduos tóxicos produzidos em seu processo operacional (ANJOS, 1998 *apud* ANJOS, 2009). Segundo o MPF (Ministério Público Federal), os resíduos da produção eram descartados de maneira incorreta, fazendo com que a cidade passasse a ser uma das mais poluídas por chumbo no mundo, com vários ecossistemas degradados. A PLUMBUM LTDA ainda doava as escórias contaminadas para a população e prefeitura do município, que deram uso para as

pavimentações de ruas, fundações de casas e em áreas públicas, como por exemplo, escolas e praças (ANJOS, 2003).

É importante salientar, que a empresa não foi fechada da maneira correta, a procuradoria afirma que não houve o isolamento da área, possibilitando a entrada de pessoas e animais (SOUZA; LIMA, 2012). O fechamento pode, então, ser caracterizado como simples abandono da área, deixando toda a escória a céu aberto no pátio, caracterizando um dos mais graves passivos ambientais deixados pela empresa. Já que esses resíduos são classificados, de acordo com a NBR 10.005 e 10.006, como resíduos perigosos classe I e, portanto, deveriam ter sido acondicionados e destinados de acordo com as diretrizes estabelecidas pelas NBR's supracitadas.

A ausência de filtros nas chaminés da Plumbum até meados do seu funcionamento ocasionou a dispersão do material particulado através das correntes de ar, e conseqüentemente sua deposição por quase totalidade de Santo Amaro. E os filtros que foram adquiridos em 1989 após determinação da justiça (ALCÂNTARA, 2010 *apud* SOUZA; LIMA, 2012), após o fechamento da fábrica, foram doados aos moradores local que os utilizaram como tapetes e colchões de cama, intensificando assim o passivo e a contaminação dos homens (ANJOS, 2003).

Diante desses indícios e de estudos do solo do município é afirmado que o compartimento ambiental que se encontra mais contaminado por chumbo e cádmio é o solo (Figuras 2 e 3), e é a partir, principalmente, dele que se transfere esses metais para os alimentos.

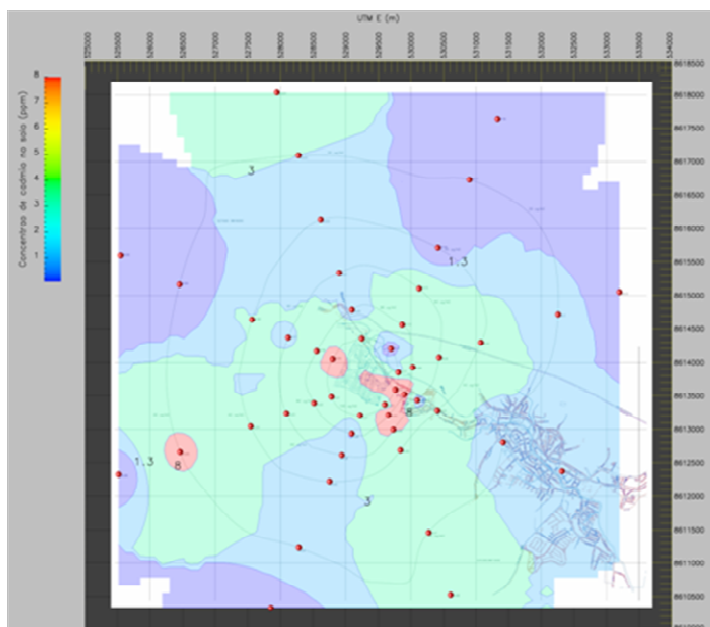


Figura 2 – Pluma de Concentração de Cádmiio no Solo Oriundo da Dispersão Atmosférica

Fonte: Machado *et al.*, s/d.

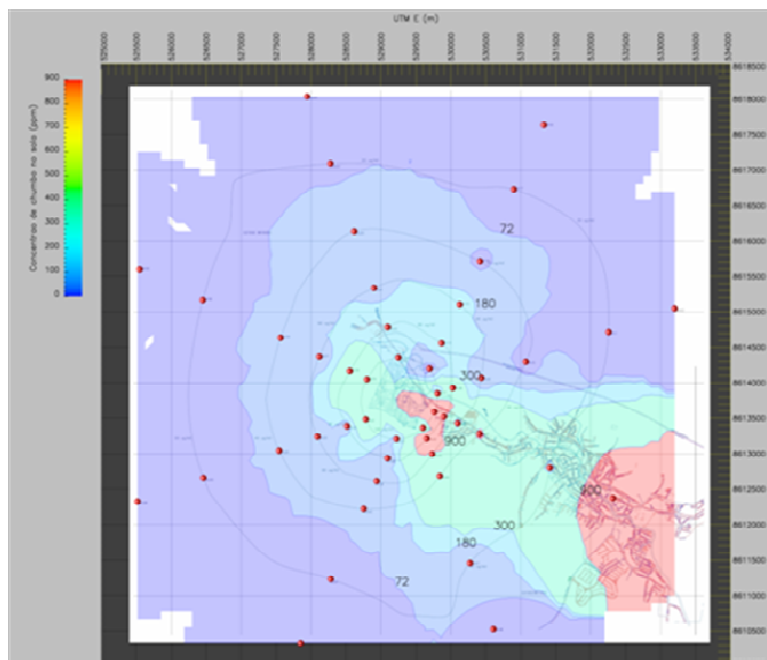


Figura 3 – Pluma de Concentração de Chumbo no Solo Oriundo da Dispersão Atmosférica

Fonte: Machado *et al.*, s/d.

Durante os 33 anos de operação da Plumbum, a mesma descartou seus efluentes líquidos, com concentrações elevadas de chumbo e cádmio, diretamente

no corpo hídrico do rio Subaé. Dados oferecidos pela própria empresa sinaliza o despejo *in loco* no rio, de 2/3 das 395 toneladas de Cd até os anos de 1970. E essa contaminação ficou evidenciada em estudos realizados por Reis (1975), quando o mesmo verificou em análises das águas do rio elevadas concentrações de Pb e Cd, ao ponto de ultrapassarem os limites máximo estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde – OMS.

Esses metais pesados quando no organismo humano não tem função metabólica nenhuma, o que nos leva a inferir que sua concentração necessária no homem seria igual a zero. Além disso, o chumbo (Pb) e o cádmio (Cd) são elementos químicos extremamente tóxicos, persistentes no meio ambiente e bioacumuláveis na cadeia alimentar, o que magnifica seu efeito na saúde dos seres humanos quando ingerem alimentos com tais contaminantes (SANTOS, 2011).

De acordo com Santos (2011), quando absorvidos pelo organismo, esses elementos são retidos por proteínas e a partir daí transportados pelo sangue até os tecidos onde podem ser estocados, ou biotransformados.

Conforme estudo de Oliveira (1997) *apud* AMBIOS (2003), 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 no entorno da empresa. E aqueles que não morreram viraram potenciais de risco de contaminação da população, pois os santo-amarenses possuem alimentação, quase em sua totalidade, de produtos locais, então a carne bovina era proveniente das pequenas criações de gados existente no município, os quais por vezes pastavam nas áreas circunvizinhas a fábrica (OLIVEIRA, 1997 *apud* AMBIOS, 2003).

De acordo com entrevista realizada com ex-funcionários da empresa, no trabalho de AMBIOS (2003), foi detectado que a Plumbum não oferecia uma área de refeitório para os mesmos, o que obrigava os empregados a realizarem suas refeições no pátio da usina, próximos às áreas de descarte da escória. Isso é um fato que acarretou numa maior contaminação desses funcionários com chumbo e cádmio, levando alguns deles à morte precoce.

Ainda de acordo com os estudos citados anteriormente, verificou-se que as residências localizadas na mesma avenida em que foi instalada a Plumbum LTDA, são, em sua maioria, casas de massapé, com pequenos quintais e áreas de cultivo familiar. A partir dessa informação, pode-se inferir, e estudos de mapeamento da contaminação dos solos de Santo Amaro evidenciam que esses quintais e áreas

cultiváveis dessas casas apresentam elevadas concentrações de Pb e Cd, logo contaminando os alimentos produzidos nessas terras.

Em 1991, a contaminação dos solos de hortas e flora comestível, principalmente as hortaliças folhosas, revelou um quadro preocupante em Santo Amaro (ROCHA *et al.*, 1991 *apud* CARVALHO, 2005). Isso se deu devido à respiração dos vegetais, processo no qual as plantas inspiraram exorbitantes concentrações de cádmio e chumbo presentes na atmosfera, uma vez que essa é a principal via de dispersão desses metais contidos na escória do processo produtivo da Plumbum LTDA. Além do fenômeno da respiração, os vegetais absorvem esses contaminantes pelas águas de irrigação, muitas vezes captadas diretamente do rio Subaé e, também, pela deposição da poeira nas plantações (CARVALHO, 2005).

A absorção do chumbo presente no solo, água ou ar pelas plantas é passiva (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2011 *apud* ASSUNÇÃO, 2012) e ocorre pelos pêlos radiculares e geralmente é estocado nas paredes celulares, e a translocação das raízes para a parte aérea é limitada, o que faz com que dificilmente um vegetal contaminado possa ser descontaminado. Ainda de acordo com Assunção (2012) apenas 3% do chumbo (Pb) localizado nas raízes é translocado para a parte aérea.

No levantamento bibliográfico realizado pela autora do presente artigo, foi possível verificar que há muitas pesquisas sobre a problemática de Santo Amaro. Porém, essas restringem, basicamente, na detecção dos contaminantes nos compartimentos ambientais, a quantificação de crianças e adultos afetados pelo chumbo ou cádmio, e aqui se restringe à aqueles que possuem chumbo no sangue ou sintomas característicos de saturnismo, por exemplo.

O saturnismo é a intoxicação causada pelo chumbo e está na maioria das vezes relacionado à atividade profissional (DONA, 1999 *apud* SANTOS, 2011).

Sendo assim, ficou evidente que o ramo da contaminação dos alimentos, ainda é um assunto incipiente, mesmo sabendo que a principal fonte de contaminação do homem por Pb e Cd é a ingestão de alimentos contaminados.

Diante das condições descritas acima, é que se destaca a importância da implantação do saneamento dos alimentos como ramo principal do saneamento a ser tratado no município de Santo Amaro da Purificação. Pois, adotando-se as medidas de higienização alimentar, como também é conhecido o saneamento dos

alimentos, será possível a quebra de diversos caminhos da rota de transmissão do chumbo e cádmio para o homem, o que promoverá saúde ambiental à comunidade.

3.2 METAIS PESADOS

De acordo com Santos (2011) o termo metal pesado é, muitas vezes, associado a efeitos ambientais maléficos. E de fato estão, na maioria das vezes, associados a efeitos maléficos seja no ambiente ou corpo humano.

Existem diferentes definições para metais pesados, aquelas que são baseadas em densidade, massa atômica, número atômico, entre outras propriedades dos elementos ou compostos químicos (HODSON, 2004 *apud* SILVA, 2008). A definição mais utilizada é que se baseia na densidade do elemento (DUFFUS, 2002 *apud* SILVA, 2008), portanto metal pesado é aquela substância que apresenta densidade específica variando de 3,5 a 7,0 g/cm³ (LIMA; MERÇON, 2011).

Hashim, Mukhopadhyay, Sahu & Sengupta (2011) *apud* Vasconcellos, Pagliuso, Sotomaior (2012) definem os metais pesados como sendo os elementos químicos do grupo de metais e metaloides com densidade atômica maior que 4.000 kg m⁻³ ou cinco vezes maior que a da água, sendo componentes naturais da crosta terrestre.

Os metais pesados são ainda subdivididos em dois grupos: essenciais, que são aqueles que participam do metabolismo dos seres vivos contribuindo para seu adequado funcionamento; e não-essenciais, que não têm nenhuma função conhecida no metabolismo dos organismos vivos, sendo tóxico em qualquer nível de concentração (SILVA, 2008), por isso também conhecidos como metais tóxicos.

Gobbi (2007) *apud* Santos (2011) alerta que os metais essenciais podem tornar-se nocivos ao organismo humano quando ingeridos, através de alimentos, em quantidades muito acima das nutricionalmente desejáveis ou em casos de exposição por outras vias.

Considera-se metal tóxico todo aquele que pertence a um grupo de elementos que não possui características benéficas e nem essenciais para o organismo vivo, produzindo efeitos danosos para as funções metabólicas normais, mesmo quando presentes em quantidades traços (SANTOS, 2011).

Uma vez absorvido por organismos, os metais tóxicos são geralmente retidos por proteínas e então transportados pelo sangue até tecidos onde podem ser estocados, ou biotransformados (SANTOS, 2011).

Biotransformação é a alteração química sofrida pelo xenobiótico no organismo, comumente sob a ação de enzimas específicas e/ou inespecíficas (MEYER, 1996 *apud* SANTOS, 2011).

Portanto, biotransformar consiste no processo em que os metabólitos formados possuem propriedades diferentes das substâncias originais, apresentando características mais hidrofílicas, afim de que sejam mais facilmente excretados pelo organismo (SANTOS, 2011). Entretanto, em alguns casos a substância biotransformada apresenta atividade aumentada ou tornam-se extremamente tóxicas. Meyer (1996) *apud* Santos (2011) acrescenta, ainda, que algumas substâncias ao biotransformar passam por processos de mutagenicidade, teratogenicidade e carcinogenicidade.

Quando dispostos no solo, os metais pesados tendem a lidar-se fortemente às argilas e outras partículas, concentrando-se e acumulando-se nas camadas superiores (SOUZA, 2012). Essa característica nos faz inferir que para a remoção desses metais, uma vez no solo, são bastante difíceis.

3.2.1 Cádmio e Chumbo

Segundo Santos (2011) as atividades responsáveis por emissões de poluentes metálicos, tanto de cádmio quanto de chumbo vão desde as indústrias petroquímica, de cloro e hidróxidos a indústrias de veículos automotores e papéis. O cádmio e o chumbo não participam das reações bioquímicas necessárias à manutenção da vida, ou seja, são desprovidos de funções biológicas (SANTOS 2011). Uma vez assimilados pelo organismo, através de contaminação exógena, são transportados para vários sítios e interagem com as células gerando diversos efeitos toxicológicos (SANTOS, 2009).

Segundo Malavolta (1994) *apud* Souza (2010), a vida útil dos metais pesados no solo varia de 300-1500 anos para o Cu e 740-5900 anos para o Pb.

Apesar de relativamente raro na natureza, o cádmio pode ser encontrado naturalmente em vegetais, na água, no solo e na atmosfera. É um subproduto da

exploração do zinco e do chumbo, motivo pelo qual se torna uma das principais fontes de contaminação do meio ambiente (SANTOS, 2011).

O Cd possui elevado potencial tóxico, de vida biológica longa (10 a 30 anos) (ASSUNÇÃO, 2012), não possui função dentro dos organismos, sua acumulação pode provocar doenças graves mesmo que em concentrações traços (SANTOS, 2009) e de lenta excreção pelo organismo (MAZZUCO, 2008). É absorvido eficientemente pelas plantas e desta forma penetra na cadeia trófica sendo cancerígeno para o ser humano e animais, concentrando-se no fígado e rins (MAZZUCO, 2008 *apud* ASSUNÇÃO, 2012), pulmões, sistema reprodutor, dentre outros órgãos (WHO, 2012 *apud* ASSUNÇÃO, 2012). Atinge o corpo humano principalmente pela ingestão de alimentos, mas também através da respiração, e em raros casos por vias cutâneas (NRIAGU, 1987 *apud* SANTOS, 2011).

De acordo com Santos (2011) os efeitos patológicos provenientes da toxicidade do cádmio são severos, essencialmente irreversíveis, tendo em vista que lesa quase totalidade das células do organismo contaminado, bloqueando a atividade de respiração e de sistemas enzimáticos fundamentais.

O cádmio circula na corrente sangüínea ligado a uma proteína, a tioneína. Este complexo cádmio-tioneína é filtrado pelo glomérulo e absorvido pelas células do túbulo proximal, onde a proteína é degradada e o cádmio passa a exercer seu efeito tóxico (BRITO FILHO, 1988 *apud* SANTOS, 2011).

A eliminação desse metal pelo organismo é muito lenta, e se dá através das vias renal e intestinal, sendo sua meia vida no corpo humano estimada na faixa de 10 a 30 anos. Não há nenhum tratamento efetivo para a remoção do cádmio dos tecidos (CAMPANHA FILHO, 2001).

O chumbo é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde como um dos elementos químicos mais perigosos para a saúde humana (WHO, 1999 *apud* ASSUNÇÃO, 2012). É um metal tóxico, macio, maleável, mal condutor de eletricidade e um dos maiores poluidores do meio ambiente (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2000 *apud* SOUZA, 2010). Apresenta coloração branco-azulada quando recentemente cortado. Porém, adquire coloração acinzentada quando exposto ao ar (SILVA, 2008). O mesmo autor acrescenta ainda que por se tratar de um elemento

não-essencial para o organismo, ele é acumulado metabolicamente pelo homem, animais, plantas e plânctons.

Apesar de relativamente abundante na crosta terrestre, o elemento chumbo não é encontrado naturalmente na forma de metal, pois está normalmente combinado com mais de um elemento químico, formando compostos de chumbo. Sendo um dos contaminantes mais comuns do ambiente, o chumbo causa efeitos toxicológicos tanto para homens quanto para animais (SANTOS, 2009 *apud* SANTOS, 2011).

No organismo, o chumbo é distribuído entre todos os tecidos e fluidos. O sangue e os órgãos representam um compartimento de troca rápida, uma vez absorvido na corrente sanguínea, parte do chumbo é filtrada e excretada e o restante é armazenado em diversos órgãos e no tecido ósseo, esse último representa compartimento de troca lenta (SANTOS, 2011).

Segundo a ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), o chumbo e seus compostos inorgânicos são classificados no grupo B2, como prováveis carcinógenos humanos por via oral, ou seja, onde a evidência da carcinogenicidade em humanos (SANTOS, 2011).

3.2.2 Contaminação por Chumbo e Cádmiio em Santo Amaro

Um comitê de Peritos em Aditivos Alimentares da FAO/WHO (1972) estabeleceu que a ingestão máxima chumbo não deve exceder 0,43 mg/pessoa adulta/dia. Baseado nesse valor e de posse de análises feitas em alimentos produzidos em solos santo-amarense, verifica-se que este limite seria ultrapassado com a ingestão de 3 folhas de couve, 3 folhas de hortelã graúdo, 5 folhas de alface ou 10 quiabos (CARVALHO, 2005). De acordo com Assunção (2012) as maiores bioacumulações de chumbo ocorrem em plantas folhosas, como a alface.

As atividades da Plumbum LTDA impactaram as cadeias alimentares tanto nos alimentos de origem vegetal como nos de origem animal. Em entrevistas feitas pela AMBIOS (2003) com pescadores do município, foi relatado que entre 1994 e 1995 o manguezal havia morrido. “Hoje é necessário andar mais, para se encontrar mariscos” relatou um pescador da região, e ainda assim, os que são encontrados apresentam qualidade inferior quando comparados aos mariscos pescados antes do impacto ambiental generalizado causado pela fábrica.

De acordo com estudos realizados por Reis (1975), ainda na época em que efluentes líquidos da Plumbum LTDA eram emitidos diretamente no rio Subaé, foram encontrados valores de Cd^{+2} variando entre 0,0042 e 0,0813 $mg L^{-1}$ e de Pb^{+2} entre 0,04 a 6,18 $mg L^{-1}$. Esses valores são superiores aos limites máximos estabelecidos para esses elementos na água de acordo com a Organização Mundial da Saúde – O.M.S.

Segundo a prefeitura de Santo Amaro, a coleta de sururu no rio Subaé é a base da subsistência de cerca de 100 famílias do município, sendo a produção estimada em 800 a 1.000 kg por dia (ANDRADE, 2012). Donnier et al. (1977) *apud* Santos (2011) encontraram teores de cádmio (em peso seco) variando de 80 a 135 $\mu g g^{-1}$ em amostras de ostra, de 13 a 40 $\mu g g^{-1}$ em amostras de siri e de 40 a 60 $\mu g g^{-1}$ em amostras de sururu, no rio Subaé. Logo, tem-se a comprovação de que a população santo-amarense tem consumido sururu contaminado por cádmio proveniente do passivo ambiental da Plumbum LTDA.

Santos (2011) afirma que há uma tendência de acumulação de chumbo e cádmio nos animais aquáticos e de importância para a alimentação do homem é, em ordem decrescente, sururu, camarão e peixes. Devido a essa tendência é que a atividade das marisqueiras foi a mais impactada, pois houve a contaminação dos mariscos, que são animais mais vulneráveis, devido a sua localização nas “lamas” dos manguezais absorvendo tanto os contaminantes presentes no solo como na água.

Nota-se que o sururu é o marisco de maior potencial de acumulação dos metais chumbo e cádmio, e também é a principal fonte de renda da maioria das famílias do município de Santo Amaro. Daí tem-se o agrave da contaminação e sua rápida pulverização na população. E os efeitos dessa contaminação são verificados em estudos realizados por GUERRA, 2010; ZENTNER; RONDÓ, 2004; ZENTNER; RONDÓ; LATORRE, 2005; ZENTNER *et al.*, 2008 quando encontraram concentrações de chumbo no sangue de crianças, no cordão umbilical e em recém-nascidos (ANDRADE, 2012).

Em conversas com a comunidade percebe-se que a mesma não está preocupada apenas com os aspectos relacionados diretamente a saúde física, mas também a questões mais complexas, tais como: a qualidade das águas do rio Subaé; quantidade e qualidade dos pescados; retirada da escória da cidade;

desapropriação de casas próximas à fábrica; baixa remuneração das indenizações quando essas ocorrem; discriminação para conseguir emprego; responsabilidade pelo tratamento dos doentes (AMBIOS, 2003).

Cunha & Araújo (2001) realizaram análises de Pb e Cd em amostras de frutas e tubérculos coletadas na área da PLUMBUM, que apresentaram níveis de contaminação acima dos limites máximos permitidos pela legislação (Portaria 685/98). No entanto, a legislação utilizada não estabelece limites para os dois metais analisados em frutas e tubérculos, e sim para leite bovino (AMBIOS, 2003 – pg.9).

Essa ausência de limites máximos para Pb e Cd nos alimentos citados acima, faz com que os órgãos e as políticas públicas não se debrucem sobre a temática da transferência dos contaminantes para o homem a partir da ingestão desses alimentos. Porém, é a partir dos alimentos que muitos cidadãos do município estão se intoxicando e apresentando diversos sintomas de doenças.

TSALEV; ZAPRIANOV (1985) *apud* SANTOS (2011) afirma que aproximadamente de 10 a 15% do chumbo presente em alimentos contaminados (comidas e bebidas) é absorvido no trato gastrointestinal dos adultos, sendo que este percentual pode atingir até 50% em se tratando de crianças. Logo, deve-se utilizar do saneamento de alimentos no município de Santo Amaro para que sejam minimizados os casos de contaminação da população devido a ingestão de alimentos contaminados.

Estudos realizados pelo médico Carvalho (2005) apresentam as principais doenças ocasionadas pela presença de chumbo e cádmio no organismo humano, respectivamente, tabela 1 e quadro 1.

Teores de Chumbo $\mu\text{g dL}^{-1}$ ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Efeitos na Saúde	
	Crianças	Adultos
< 10 (0,48)	Transferência placentária	Limite do CDC
10 (0,48)	Comprometimento de QI, audição e crescimento	-
> 10 (0,48) e < 20 (0,96)	Interferência no desenvolvimento de células cerebrais; Interferência na capacidade de produção de glóbulos vermelhos; Nascimento prematuro, redução do peso, dificuldade em manter o equilíbrio; Possível decréscimo na capacidade de absorção de vitamina D	Hipertensão; Interferência na capacidade de produção de glóbulos vermelhos em mulheres
> 20 (0,96) e < 30 (1,44)	Nervos afetados (tempo de reação lento, mal estar)	Aumento da pressão sanguínea; Perda da audição; Interferência na capacidade de produção de glóbulos vermelhos em homens
> 30 (1,44) e < 40 (1,93)	Decréscimo na capacidade de absorção da vitamina D	Problemas nos nervos, diminuição da motilidade; Infertilidade nos homens; danos nos rins
> 40 (1,93) e < 50 (2,41)	Decréscimo na capacidade de produção de glóbulos vermelhos	-
> 50 (2,41) e < 100 (4,83)	Dores estomacais, câimbras, anemia, danos aos rins, coma	Decréscimo na capacidade de produção de glóbulos vermelhos; Decréscimo no tempo de vida; Coma
150 (7,24)	Morte	Morte

Tabela 1 – Principais efeitos do chumbo na saúde separadamente das crianças e dos adultos, com seus limites por litro de sangue.

FONTE: CARVALHO, 2005

EFEITOS NA SAÚDE	INTOXICAÇÃO AGUDA	INTOXICAÇÃO CRÔNICA
	febre	problemas respiratórios
	irritação nos olhos, nariz e garganta	cáries e amarelamento dos dentes
	tosse	anorexia
	dispnéia	fadiga
	fraqueza	perda de peso
	náuseas	palidez
	vômitos	anemia
	cólicas abdominais	proteinúria
	diarréia	dano tubular renal
	edema agudo no pulmão	osteomalácia
> 1mg/g de peso	Morte	
Quadro 1 - Doenças relacionadas ao cádmio no organismo humano		

* Quadro elaborado pela autora a partir de dados coletados nas referências pesquisadas

Para Plunkett (1987); Brito (1988) *apud* Santos (2011), a intoxicação aguda de Cd produz um quadro clínico característico: causa febre, cerca de quatro horas após a sua entrada no organismo, irritação nos olhos, nariz e garganta, tosse, dispnéia, fraqueza, náuseas, vômitos, cólicas abdominais, diarréia, e, após cerca de três dias, pode causar edema agudo de pulmão. Enquanto que a intoxicação crônica pode ter o início dos sintomas anos após a exposição, havendo o aparecimento de problemas respiratórios, cáries, amarelecimento dos dentes, anorexia, fadiga, perda de peso, palidez, anemia, proteinúria e dano tubular renal seguida de osteomalácia.

CDC (1991) *apud* SANTOS (2011) afirma que níveis de chumbo no sangue inferiores a $10 \mu\text{g dL}^{-1}$ em crianças são associados à diminuição da inteligência e prejuízo no desenvolvimento neurocomportamental, mesmo que não sejam causados sintomas aparentes. E Boeckx (1986) *apud* SANTOS (2011), crianças que sobreviveram à exposição a elevados níveis de chumbo apresentam efeitos irreversíveis como mudanças de comportamento e retardo mental.

Levando em consideração todos os dados colhidos no levantamento bibliográfico foi elaborado o modelo causal sistêmico dos fatores determinantes da contaminação do homem através da ingestão de alimentos contaminados e suas interligações (Figura 5).

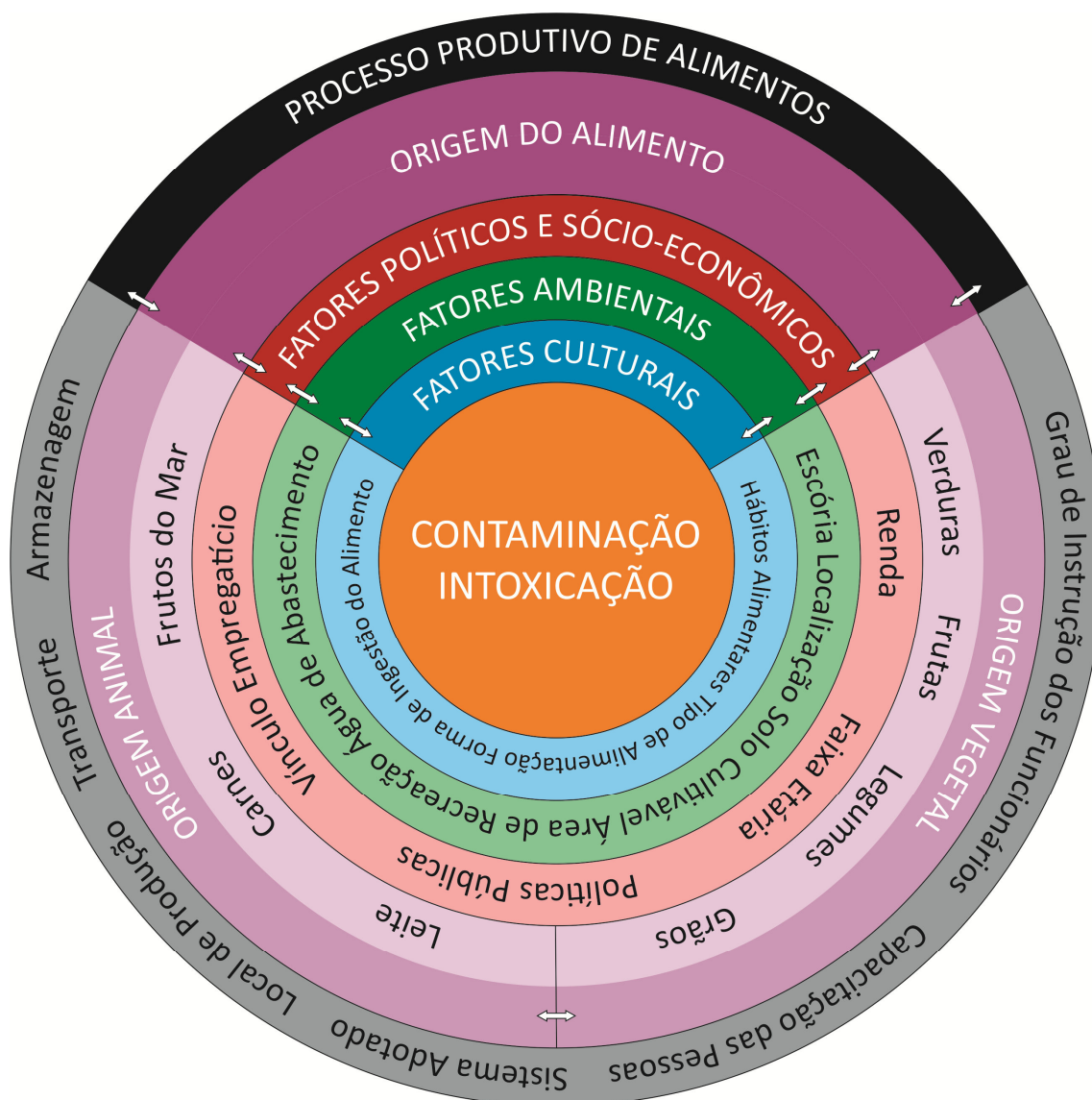


Figura 5 – Modelo Causal sistêmico elaborado para os fatores determinantes da contaminação do homem por ingestão alimentar e suas inter-relações.

Fonte: ROSA, 2015

O modelo causal permite perceber que os principais fatores determinísticos da contaminação alimentar e transferência para o homem são fatores relacionados ao processo produtivo dos alimentos, a origem do alimento, à política e socioeconômica, ambientais e culturais. As questões relativas ao processo de produção desses alimentos influenciam no que diz respeito ao grau de instrução dos funcionários, pois quanto mais instruídos mais fácil de inserção dos conceitos de saneamento dos alimentos e maneiras de proteger quando na produção para que não sejam contaminados. O local da atividade de produção seja agricultura de

subsistência ou não influencia diretamente o grau de intoxicação dos funcionários e dos alimentos, pois quanto mais próximas da área da antiga Plumbum LTDA maior o nível de exposição e efeitos adversos à saúde, bem como maior grau de transferência do contaminante presente no solo e ar para os alimentos que posteriormente serão consumidos pela sociedade.

A atual contaminação do solo se reflete na contaminação de frutas e verduras, sendo que os vegetais folhosos são os que apresentam maiores concentrações de metais (NIEMEYER; EGLER; SILVA, 2012). Logo, esses estudos comprovam que os alimentos de origem vegetal, principalmente as raízes e os folhosos, apresentam maiores níveis de chumbo e cádmio do que os alimentos de origem animal, como leite, carnes e outros. Desta maneira, a origem do alimento é um dos fatores determinantes para que haja a intoxicação do homem através do consumo alimentício.

Magna *et. al.* (2011) *apud* Niemeyer; Egler; Silva (2012) estudaram alguns vegetais que ocorriam em quintais e hortas de moradores do município de Santo Amaro e que estavam localizados próximos à área da antiga Plumbum. Os vegetais escolhidos foram acerola, aroeira, alumã, banana, capim santo, cidreira, goiaba, limão, laranja e manga. E de maneira geral, todos os vegetais apresentaram concentrações de cádmio e chumbo acima dos limites estabelecidos pela OMS.

É importante lembrar, que o caso dos mariscos/pescados é uma particularidade, pois são alimentos de origem animal, mas que possuem elevadas concentrações dos contaminantes em questão como fora evidenciado nos estudos de Santos (2011) (Quadro 02), o que afeta diretamente a atividade das marisqueiras, uma das principais atividades econômicas do município. Logo, se verifica um efeito adverso à saúde socioeconômica tanto de Santo Amaro como da população.

ESPÉCIE	COLETA	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Camarão	1	0,073	3,4
	2	0,076	0,5
	3	0,081	2,37
	4	0,081	2,2
Robalo	1	0,074	0,3
	2	0,075	0,4
	3	0,073	0,4
	4	0,075	1,5
Sururu	1	1,043	5,4
	2	1,043	2,7
	3	1,045	3,2
	4	1,004	3,1
	5	0,102	4,3
Tainha	1	0,073	0,13
	2	0,074	0,27
	3	0,123	0,3

Quadro 2 – Média dos valores de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) nos mariscos coletados

* Quadro elaborado pela autora a partir de dados de SANTOS (2011)

De acordo com Brasil (1998) *apud* Niemeyer; Egler; Silva (2012) amostras de camarão, coletadas durante 2010 e 2011, apresentaram teores de chumbo variando de 0,19 a 3,4 $\mu\text{g/g}$, excedendo o valor limite estabelecido pela Anvisa (2,0 $\mu\text{g/g}$).

Os fatores socioeconômicos da população também afetam o grau de contaminação e exposição do povo, porque quanto menor a renda pior o acesso a alimentos de qualidade e valores nutricionais adequados para uma dieta balanceada, podendo gerar graus de desnutrição, que de acordo com estudos de Carvalho (2005) é um fator para potencialização dos efeitos adversos do chumbo e cádmio no corpo humano, principalmente nos ossos. Ainda dentro desses fatores tem a faixa etária como determinante para a intoxicação, pois as crianças são mais vulneráveis do que os adultos, o que é evidenciado nas pequenas concentrações que já causam efeitos na saúde física.

A manipulação no preparo e consumo dos alimentos sem os devidos cuidados de higiene, hábitos alimentares inadequados, entre outros, também contribuem para a incidência dessas doenças na população (FUNASA, 2006). Por isso, é que os fatores culturais, tais como, hábitos alimentares e forma de ingestão

do alimento, como, por exemplo, se há a lavagem dos alimentos, acondicionamento correto, cozimento devido influenciam diretamente no grau de exposição aos contaminantes.

3.3 SANEAMENTO DE ALIMENTOS

Diante dos fatores apresentados e explicados, é que se verifica que com a inserção do Saneamento de Alimentos como medida prioritária na promoção da saúde ambiental do município e da população, serão erradicados diversos mecanismos de transmissão dos contaminantes chumbo e cádmio ao corpo humano por meio da ingestão de alimentos.

O saneamento de alimentos é o conjunto de medidas necessário para assegurar a inocuidade, a salubridade e a boa conservação dos produtos alimentares em todos os estádios: produção primária (colheita, abate e ordenha), preparação, transformação, fabricação, embalagem, armazenagem, transporte, distribuição, manuseamento, venda e consumo (SILVA, 2000).

A importância sanitária de se adotar medidas sanitárias ao longo de toda a cadeia produtiva dos alimentos, são, de acordo com a FUNASA (2006):

- Prevenção de doenças cuja transmissão esteja relacionada ao consumo de água e alimentos;
- Prevenção da poluição do ambiente por esgotos, lixo e refugos procedentes dos locais de produção e de distribuição dos alimentos;
- Melhoria do nível de saúde da população.

Ainda de acordo com o a FUNASA (2006) a alimentação higiênica é uma das condições essenciais para a promoção e a manutenção da saúde e deve ser assegurada pelo controle eficiente da qualidade sanitária do alimento em todas as etapas da cadeia alimentar, em outras palavras, fica claro que a saúde está diretamente ligada ao saneamento dos alimentos.

A higiene dos alimentos consiste, portanto, na adoção de medidas preventivas e de controle para a remoção de agentes causadores de doenças, com o objetivo de conferir proteção específica contra as doenças transmitidas por alimentos, proporcionando condições adequadas para a produção e o consumo higiênico dos mesmos (FUNASA, 2006).

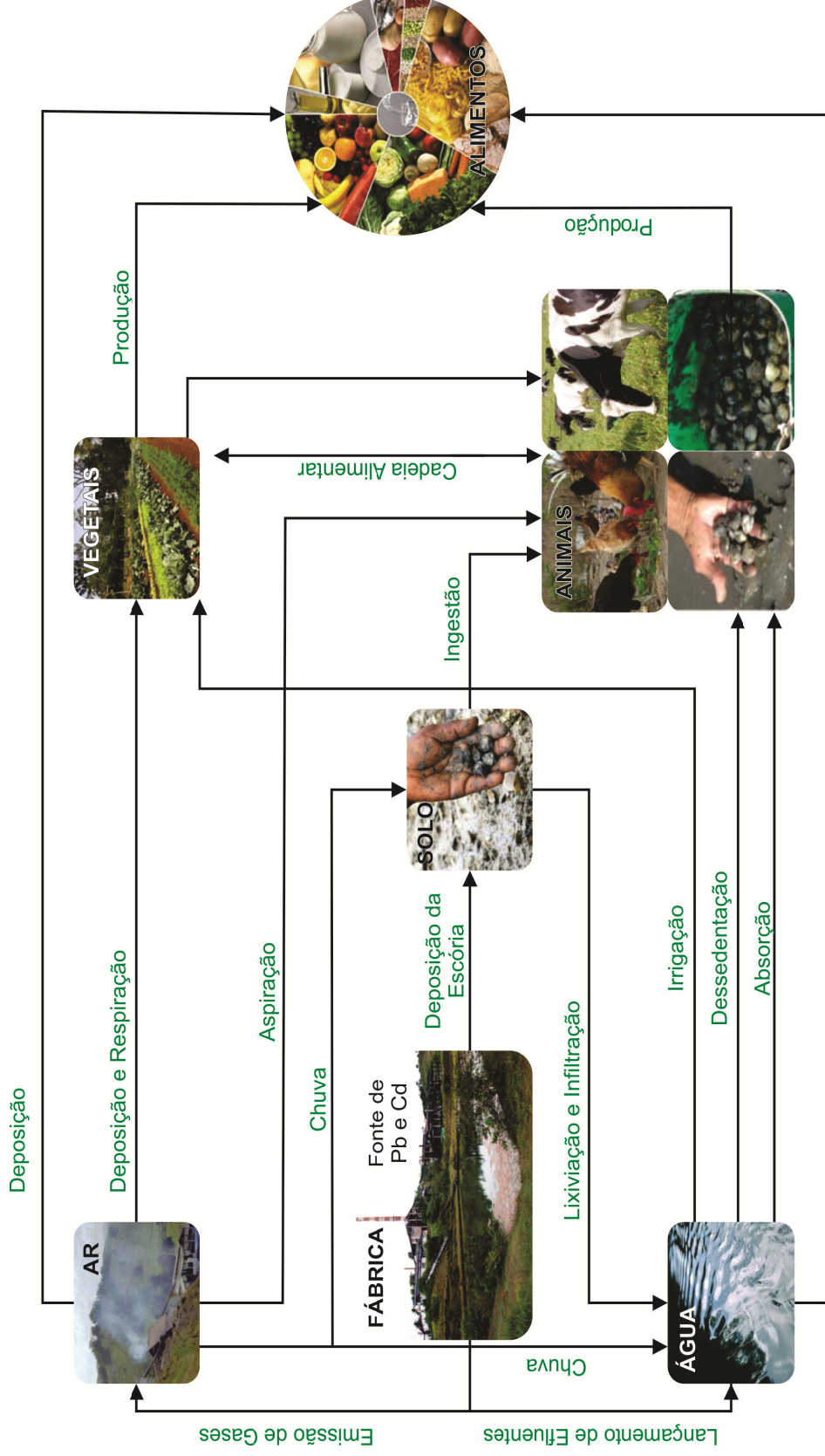
Portanto, diante do exposto fica bastante claro que ao adotarmos medidas de higienização dos alimentos e/ou saneamento dos alimentos no município de Santo

Amaro, principalmente, com os pequenos produtores e os agricultores de subsistência, iremos alcançar redução significativa ou erradicar a presença do chumbo e cádmio, que são os agentes contaminantes, e conseqüentemente iremos ter uma população mais sadia.

3.3.1 Rotas de transmissão

A fim de permitir um melhor entendimento de como esses metais podem atingir os alimentos, que serão consumidos pela população de Santa Amareense, foi elaborado um fluxograma com as principais rotas de contaminação dos alimentos por chumbo e cádmio oriundos do processo de fabricação da Plumbum LTDA (Figura 6).

De maneira geral, os alimentos de origem vegetal apresentam um maior poder de armazenamento do chumbo e cádmio do que os alimentos de origem animal (ANJOS, 2003), tendo em vista que esses absorvem contaminantes do solo, da água de irrigação e da deposição atmosférica, bem como da exposição à poeira. Guerra (2011) detectou maiores concentrações de cádmio nos vegetais e hortaliças e folhosos, reafirmando assim a sensibilidade maior dos vegetais a esse contaminante.



Água de Abastecimento Doméstico Contaminada

Figura 6 – Rotas de transmissão dos contaminantes chumbo e cádmio para os alimentos e suas inter-ligações

Fonte: ROSA, 2015

Em entrevistas feitas pela AMBIOS (2003) com ex-funcionários e moradores santo-amarenses, fica evidenciado que a população sofre, também, preconceito por estarem inseridos nessa problemática, como afirma um ex-funcionário quando diz: “Ao procurar emprego após o fechamento daqui, fui procurar emprego e ninguém quis me contratar porque era ex-funcionário COBRAC.” Ou seja, o problema é de ordem maior, pois afeta não só a saúde física, como também a saúde ambiental.

Serão apresentadas algumas medidas e ações de prevenção, proteção e promoção da saúde englobando todos os campos do conhecimento, porém não esquecendo que o principal é o Saneamento de Alimentos (Figura 7).

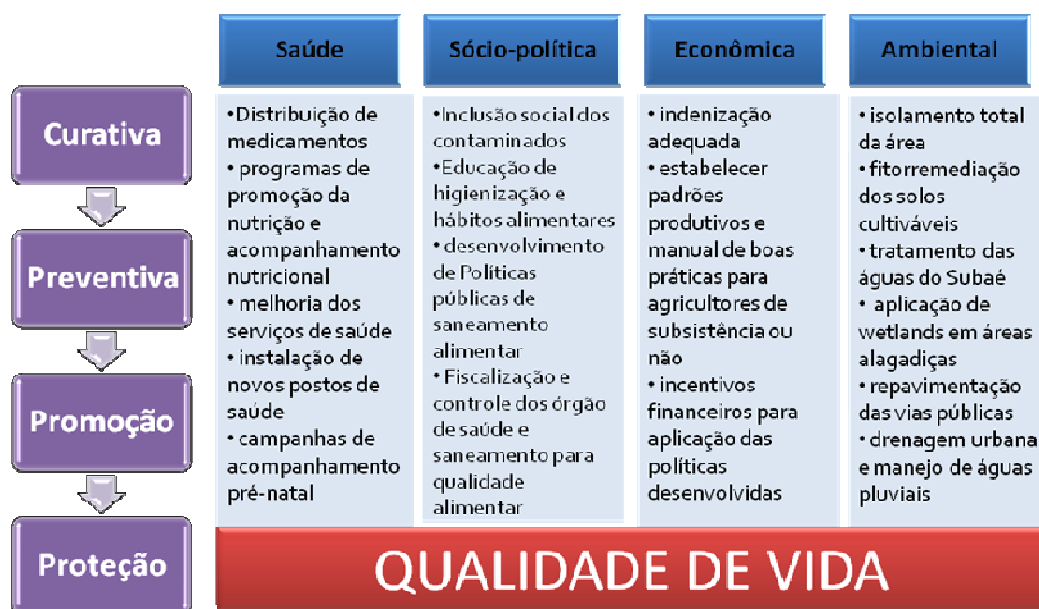


Figura 7 – Quadro de medidas no âmbito da cura, prevenção, proteção e promoção da saúde nos diversos ramos da saúde ambiental.

Fonte: ROSA, 2015

3.3.2 Fitorremediação para remoção do Chumbo e Cádmiu do solo

Uma das técnicas que podem ser aplicadas, dentre as ações do saneamento de alimentos, em Santo Amaro é a fitorremediação dos solos agricultáveis.

A fitorremediação, tecnologia alternativa aos métodos de remediação tradicional, é uma estratégia que consiste no emprego de plantas e da sua microbiota, associada ou não ao uso de amenizantes do solo, além de práticas agrônômicas que, se aplicadas em conjunto, removem, imobilizam ou tornam os contaminantes inofensivos ao ecossistema (CRUVINEL, 2009; ANDRADE, et al.,

2007). Para que essa técnica seja eficiente, ou seja, tenha sucesso em sua aplicação, é necessário que exista e/ou seja, usadas plantas tolerantes aos contaminantes e capazes de remover, estabilizar ou imobilizar os metais no solo (ASSUNÇÃO, 2012). Todavia, os metais podem ser solubilizados pela adição de agentes complexantes, fazendo com que as plantas aumentem a sua capacidade de remoção (DOUMETT, *et al.* 2008 *apud* VASCONCELLOS, PLAGIUSO, SOTOMAIOR, 2012).

Pajevic, *et. al* (2009) *apud* Vasconcellos, Plagiuso, Sotomaior (2012) define como planta boa remediadora aquela espécie que é capaz de crescer na presença do contaminante sem que haja redução de sua taxa de crescimento, apesar da captura do contaminante e do seu acúmulo.

A fitorremediação é uma alternativa capaz de empregar vegetais fotossintetizantes e sua microbiota com a finalidade de desintoxicar ambientes degradados, poluídos ou contaminados (SOUZA, 2012). É uma técnica promissora quando analisada sob o ponto de vista econômico e apresenta como vantagens a manutenção da fertilidade do solo, prevenção da erosão do material contaminado (OLIVEIRA *et. al*, 2007 *apud* ASSUNÇÃO, 2012), melhoria no visual da paisagem, facilitando a aceitação da técnica pela população (DINARDI *et al.*, 2003; ROBINSON *et al*, 2003 *apud* ASSUNÇÃO, 2012), é uma técnica para descontaminação de solos bem menos agressivas ao ambiente (VASCONCELLOS; PAGLIUSO; SOTOMAIOR, 2012), além de possibilitar o uso combinado de várias espécies em um mesmo local a ser descontaminado, removendo assim mais de um contaminante presente (MILLER, 1996 *apud* SOUZA, 2010).

Apesar das inúmeras vantagens apontadas acima Mazzuco (2008) alerta que uma das principais limitações do uso dessa técnica para descontaminação de solos é o longo período, entre 12 a 20 anos, para que ocorra a remoção ou imobilização completa dos poluentes presentes nos sítios contaminados. E Giardini (2010) *apud* Assunção (2012) acrescenta, ainda, o fato de que a planta utilizada como fitorremediador poder tornar-se uma planta daninha.

Planta daninha é, de maneira geral, toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada. São plantas não melhoradas geneticamente, que apresentam capacidade de crescer em condições adversas, tais como ambientes desérticos ou alagados, em ambientes com temperaturas baixas ou altas e solos salinos (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Vasconcellos, Pagliuso, Sotomaior (2012) alertam ainda para outras limitações do uso dessa técnica de remediação que estão relacionadas ao clima, ao tipo de solo, à estação do ano, concentração e profundidade do contaminante e à interferência do contaminante no crescimento da planta. Pilon-Smits (2005) *apud* Vasconcellos, Pagliuso, Sotomaior (2012) afirma que o tempo necessário para o processo de descontaminação a partir da fitorremediação esta inversamente associado ao crescimento da planta em uso, logo quanto mais lento for o crescimento do vegetal diante da exposição ao contaminante maior será o tempo necessário.

As vantagens e desvantagens da fitorremediação estão descritas no quadro 03 (SOUZA, 2010).

Vantagens	• Baixo custo;
	• As plantas ajudam no controle do processo erosivo, eólico e hídrico;
	• São mais fáceis de ser controladas do que os microrganismos;
	• Pode ser combinada a outros métodos de descontaminação.
Desvantagens	• O clima é um fator que pode restringir o crescimento das plantas;
	• O tempo requerido para obtenção de uma despoluição satisfatória pode ser longo.

Quadro 3 – Vantagens e Desvantagens da aplicação da fitorremediação

*Dados retirados de SOUZA (2010)

As plantas utilizadas no processo da fitorremediação podem ser classificadas em três grupos distintos, a depender da quantidade de metal que possuem capacidade de absorver e acumularem seus tecidos:

- Acumuladoras: absorvem e mantêm altas concentrações de metais nos tecidos, mesmo que o solo possua baixa concentração do metal, e os metais concentram-se na parte aérea em concentração superior a 1000 ppm;
- Indicadoras: a absorção e o transporte de metais pesados para a parte aérea são regulados, e a concentração interna reflete os níveis externos das concentrações dos metais presente no solo;

- Excluseras: absorvem os metais até o seu limite máximo e mantêm nos tecidos constante mesmo que seja aumentada a concentração no solo (BAKER, 1981 *apud* ASSUNÇÃO, 2012).

De acordo com Marques *et. al.* (2000) *apud* Assunção (2012) ainda não é sabido completamente as estratégias de tolerância e resistência das plantas fitorremediadoras, mas se sabe alguns mecanismos adotados para absorção e fixação dos contaminantes (metais pesados) presentes no solo que será tratado. Alguns dos mecanismos são: acúmulo nos tricomas, translocação para as folhas mais velhas, exsudação de substâncias contendo metais quelatados, ligações de metais às paredes celulares, alterações das estruturas de membranas e permeabilidade, restrição de compostos intracelulares sequestrados do metal e ativação das bombas transportadoras de íons metálicos para os vacúolos.

Schmidt (2003) *apud* Vasconcellos, Pagliuso, Sotomaior (2012) os mecanismos de fitorremediação para metais pesados estão fundamentados, principalmente, na solubilização do elemento, que podem ser auxiliadas por agentes quelantes ou microorganismos.

As plantas podem acumular metais pesados em seus tecidos devido à grande habilidade de se adaptarem às várias condições químicas do ambiente. Por isso são consideradas como um reservatório de elementos metálicos presentes no solo, água e ar (MALAVOLTA, 1994; KABATAPENDIAS & PENDIAS, 2000 *apud* SOUZA, 2010).

Dentro do grupo das plantas acumuladoras existe um subgrupo denominado de hiperacumuladoras, que são aquelas que têm capacidade de armazenar altas concentrações de metais pesados (ROMEIRO, 2005 *apud* ASSUNÇÃO, 2012), e já existem 430 espécies identificadas nesse subgrupo (NASCIMENTO, *et. al.* 2009 *apud* ASSUNÇÃO, 2012). São espécies que tem a capacidade de absorver contaminantes distintos presentes no solo simultaneamente, isto é, um solo que apresenta mais de um metal pesado em sua composição pode tê-los absorvidos por um único tipo de vegetal, desde que esse seja hiperacumulador (LOMBI, ZHAO & MCGRATH, 2001 *apud* VASCONCELLOS, PLAGIUSO, SOTOMAIOR, 2012).

Romeiro (2005) *apud* Assunção (2012) exemplifica alguns metais e a estimativa de concentração que essas plantas hiperacumuladoras são capazes de armazenar (Quadro 04).

Metal	Capacidade de armazenagem
Zinco (Zn)	> 10.000 mg Kg ⁻¹
Manganês (Mn)	> 10.000 mg Kg ⁻¹
Chumbo (Pb)	> 1.000 mg Kg ⁻¹
Níquel (Ni)	> 1.000 mg Kg ⁻¹
Cobre (Cu)	> 1.000 mg Kg ⁻¹
Cádmio (Cd)	> 100 mg Kg ⁻¹

Quadro 4 – Capacidade de armazenagem das plantas hiperacumuladoras

*Dados retirados de Romeiro (2005) *apud* Assunção (2012)

Das várias formas de fitorremediação, a fitoextração, uso de plantas para remoção de metais dos solos mediante absorção pelas raízes, transporte e concentração na biomassa da parte aérea, é uma das mais utilizadas (GIARDINI, 2010 *apud* ASSUNÇÃO, 2012), é a técnica aplicada, principalmente, para metais (NEWMAN, 2004 *apud* SOUZA, 2010) como o cádmio, níquel, cobre, zinco e chumbo (VASCONCELLOS; PLAGIUSO; SOTOMAIOR, 2012). Na fitoextração são utilizadas as espécies hiperacumuladoras, que tem capacidade de armazenar altas concentrações de metais (0,1% a 1% do peso seco, dependendo do metal) (SOUZA, 2010), o objetivo é a remoção dos metais pesados que estão contaminando o solo em tratamento, e a posterior as plantas são colhidas e podem ser dispostas em aterros sanitários ou recicladas para recuperação do metal (ASSUNÇÃO, 2012).

Accioly e Siqueira (2000); Pires (2003) *apud* Assunção (2012) acrescentam que para uma determinada planta ser utilizada no processo de fitoextração, além de ser hiperacumuladora, ela tem que ter alta taxa de crescimento e produção de biomassa, ser de fácil aquisição, e possuir o sistema radicular profundo e denso, de fácil controle ou erradicação.

Souza (2012) afirma que o cádmio tende a concentrar-se mais nas raízes das plantas e ainda apresentarem quantidade moderadas na parte aérea, enquanto que o chumbo também concentra mais nas raízes, mas apresenta pequenas quantidades na parte aérea.

De acordo com Cunningham *et. al.* (1996) *apud* Assunção (2012) a planta *Brassica juncea* é uma espécie que tem sido testada como acumuladora de chumbo

(Pb) e Carneiro *et. al.* (2001) *apud* Souza (2010) inoculou fungos em consórcio com a *B. juncea* e obteve melhores resultados para acumulação de chumbo e cádmio. E a USEPA (2003) *apud* Assunção (2012) acrescenta que as espécies das famílias Brassicaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Laminaceae e Scrophulariaceae têm sido identificadas como plantas com potencial para a extração de chumbo dos solos.

Assunção (2012) realizou experimentos de fitoextração de chumbo e cádmio com 13 espécies de plantas diferentes (Quadro 05), sendo 10 delas baseadas em estudos anteriores feitos por outros autores e as 3 restantes devido a sua presença no solo contaminado que foi utilizado em seu trabalho. Vale salientar que esse solo em questão trata-se do solo de até 0,20 metros de profundidade das áreas do entorno da antiga fábrica Plumbum LTDA, em Santo Amaro.

Espécie	Razão da seleção da espécie
Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>)	ALVES, <i>et. al.</i> (2008) utilizou na fitoextração de Pb
Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	PAIVA, (2000) utilizou na fitoextração de Pb
Eucalipto (<i>Eucalyptus urophylla</i>)	MAGALHÃES, <i>et. al.</i> (2008) utilizou na fitoextração de Pb e Cd
Feijão de porco (<i>Canavalia ensiformes</i>)	PEREIRA, (2005) e ROMEIRO, <i>et. al.</i> (2007) utilizou na fitoextração de Pb
Gramma batatais (<i>Paspalum notatum</i>)	YOON, <i>et. al.</i> (2006) utilizou na fitoextração de Pb
Ipê roxo (<i>Tabebuia impetiginosa</i>)	PAIVA, (2000) utilizou na fitoextração de Pb
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	BOURLEGAT, <i>et. al.</i> (2007) utilizou na fitoextração de Pb
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	ROMEIRO, <i>et. al.</i> (2007) utilizou na fitoextração de Pb
Pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i>)	VIANA, (2011) utilizou na fitoextração de Pb e Cd
Vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	ALVES, <i>et. al.</i> (2008) utilizou na fitoextração de Pb
Aroeira (<i>Schinus terebinthifolia</i>)	Ocorrência na área
Jenipapo (<i>Genipa americana</i>)	Ocorrência na área
Jurubeba (<i>Solanum paniculatum</i>)	Ocorrência na área
Quadro 5 – Espécies vegetais utilizada por Assunção (2012) em seu estudo de fitoextração de chumbo e cádmio do solo contaminado de Santo Amaro.	

*Dados retirados de Assunção (2012)

Após 34 dias de cultivo em solo contaminado Assunção (2012) observou que algumas das espécies de porte herbáceo apresentaram sintomas de toxicidade, tais como suas folhas passaram de verdes para avermelhadas, enrolamento das folhas, raízes pouco desenvolvidas, podendo ocorrer morte e inibição do crescimento do vegetal. No entanto, foram as espécies que apresentaram maior concentração de chumbo nas folhas, como é o caso do vetiver, que é citado como espécie de alta capacidade de extração e translocação de chumbo por CHEN *et al.* (2000); CHANTACHON *et al.* (2004) e CHEN *et al.* (2004). De acordo com Eltrop *et al.* (1991) *apud* Assunção (2012) as espécies herbáceas tendem a ser mais tolerantes ao excesso de metais pesados do que as espécies lenhosas.

Ainda de acordo com os experimentos realizados por Assunção (2012), após os 34 dias de cultivo das espécies no solo contaminado com Pb e Cd, as espécies aroeira e jurubeba, que são de porte arbustivo, apresentaram concentração de chumbo no caule 27 e 8,7 vezes maior do que a concentração inicial, respectivamente, e em relação à concentração de cádmio, a jurubeba apresentou o maior valor de concentração de cádmio no caule (2 vezes) e aroeira 1,5 vezes a concentração inicial na raiz. Ou seja, essas espécies se comportaram como boas fitorremediadoras de chumbo, principalmente a aroeira. Entre as espécies arbóreas o aumento de chumbo no caule seguiu a seguinte sequência: Jenipapo (10,4 vezes), algaroba (9,4 vezes), eucalipto (8 vezes), cedro (7,9 vezes), leucena (7,6 vezes) e ipê roxo (6,9 vezes).

Quando avaliada a concentração de chumbo nas raízes, observou-se que o eucalipto foi a espécie que apresentou maior capacidade de extração do Pb do solo ($13,99 \text{ mg Kg}^{-1}$) (ASSUNÇÃO, 2012). Accioly (2001) afirma que essa espécie possui um elevado potencial de uso em programas de recuperação de áreas impactadas com metais pesados, devido às características de crescimento rápido, sistema radicular desenvolvido e facilidade de adaptação a condições estressantes.

A partir das observações feitas por Assunção (2012) pode-se verificar que a aroeira e o vetiver são as espécies, dentre as 13 estudadas por ela, que se mostraram mais tolerantes ao chumbo e conseqüentemente as de maior potencial para ser adotada como planta fitoextratora dos solos contaminados por tal metal. Souza (2010) corrobora para a afirmação do vetiver como boa planta fitoextratora de

chumbo quando diz que esta é uma espécie de elevada tolerância e eficiência de absorção e translocação de chumbo para parte aérea.

Anjos (2009) a partir de experimentos constatou que a mamona (*Ricinus communis* L.) é uma espécie vegetal que se demonstrou eficiente na fitorremediação de áreas contaminadas por metais pesados, principalmente, chumbo e hidrocarbonetos. E ainda cita como grande vantagem do uso dessa espécie, a possibilidade de utiliza-la, posteriormente, como matéria-prima para fabricação de biodiesel. Logo, o uso da mamona para fitorremediação de solos com metais pesados é um modelo de sustentabilidade ambiental pois fecha o ciclo sem que haja o descarte da planta no aterro sanitário, como deve ser feito caso o uso de outras espécies vegetais (ANJOS, 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabendo dos efeitos adversos na saúde provenientes da ingestão do chumbo ou do cádmio, verifica-se que é fundamental a intervenção política nessa situação a fim de quebrar caminhos dessas rotas de transmissão, promovendo com isso a saúde ambiental da população. Pois, esses efeitos na saúde, além de doenças físicas trás também problemas emocionais e psíquicos para a população, bem como afeta a econômica das comunidades locais.

É importante destacar as medidas ambientais, principalmente, no que se diz respeito às técnicas de fitorremediação e *wetlands*, pois são tecnologias simples que já vem sendo estudadas tem demonstrado resultados excelente de encapsulamento dos contaminantes chumbo e cádmio, retirando desta maneira os mesmos do compartimento ambiental solo, que é a principal fonte de transferência desses metais para os alimentos.

Logo, sugere-se que seja adotada a fitoextração como principal medida a ser implantada a partir do saneamento de alimentos, que deverá ser planejada e executada pelo órgão público do município de Santo Amaro, tendo em vista que até os dias atuais a empresa responsável pelo impacto não tomou as devidas providências. No entanto, deve-se continuar cobrando e pressionando a Plumbum LTDA para que esta pague multas proporcionais a magnitude da degradação ambiental que causou, além de obriga-la a adotar medidas compensatórias do dano ambiental, como por exemplo, executar a fitoextração nos solos agricultáveis das famílias que vivem da agricultura de subsistência.

Ainda pode-se afirmar que para o caso de Santo Amaro devem ser adotadas como espécies fitoextratoras, preferencialmente, a aroeira e a vetiver, por apresentarem maior eficaz na remoção do chumbo e cádmio do solo, além de que a aroeira é uma planta de fácil acesso e pega e que no município já existem diversos pés dela, e a mamona pelas vantagens já apresentadas para as duas espécies citadas anteriormente bem como seu posterior uso na fabricação de biocombustível.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. M. A. e SIQUEIRA, J. O. 2001. **Contaminação Química e Biorremediação do Solo**. In: NOVAIS, R. F., ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v. 1. p. 299-352

AMBIOS. 2003. **Avaliação de risco à saúde humana por metais pesados no município de Santo Amaro da Purificação, Bahia**. Estudo elaborado sobre a coordenação de Alexandre Pessôa da Silva.

ANDRADE, J. C. M.; TAVARES, S. R. L.; MAHLER, C. F. 2007. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos.

ANDRADE, Maiza Ferreira. 2012. **Desafios e propostas para o enfrentamento da contaminação por chumbo em Santo Amaro**. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro.

ANJOS, José Ângelo Sebastião Araújo dos. 2003. **Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (wetland) no controle da poluição por metais pesados: O caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA**. Tese de doutorado – Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Universidade de São Paulo.

ANJOS, José Ângelo Sebastião Araújo dos; SFOGGIA, Catarina. 2009. **Viabilidade da utilização do mecanismo de fitorremediação da mamona (*Ricinus communis* L.) para recuperação de áreas contaminadas por metais pesados e hidrocarbonetos, bem como a utilização dos seus produtos**. Anais 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. Fortaleza-CE.

ASSUNÇÃO, Sara Julliane Ribeiro. 2012. **Seleção de plantas para fitorremediação de chumbo, cádmio e zinco de uma área contaminada na Bacia do Rio Subaé**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, Bahia.

AVICCA. 2010. **Santo Amaro A cidade de chumbo**. Vídeo produzido pela AVICCA a partir de relatos comoventes de pessoas contaminadas pelo chumbo na cidade de Santo Amaro-Ba. Disponível em <
<http://www.youtube.com/watch?v=VvyN5nnF6DM>>

BRIGHENTI, Alexandre Magno; OLIVEIRA, Maurílio Fernandes. 2011. **Biologia e Manejo de plantas daninhas.** Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45445/1/Biologia-plantas-daninhas.pdf>> Acesso em 07 de setembro de 2015

CAMPANHA FILHO, Edmar Augusto. 2001. **Avaliação preliminar dos níveis de cádmio, cromo, cobre, chumbo e zinco em peixes do sistema estuarino da Baía de Vitória-ES.** Monografia (Curso de Especialização) – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 56 p.

CARVALHO, Fernando Martins. 2005. **Resumo da palestra “Histórico da poluição por chumbo e cádmio em Santo Amaro da Purificação”, proferido em 12 de junho de 2005 na Câmara Municipal da Cidade.** Professor titular, Departamento de Medicina Preventiva e Social da UFBA.

CRUVINEL, D. F. C. 2009. **Avaliação da fitorremediação em solos submetidos à contaminação com metais.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, São Paulo.

FUNASA. 2006. **Manual de Saneamento.** Ministério da Saúde - Fundação Nacional da Saúde. Brasília.

GIL, Antonio Carlos. 2008. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4° ed. São Paulo.

GUERRA, Fernando. 2011. **Cádmio na cadeia alimentar: proveniente de vegetais e avaliação da sua disponibilidade no solo com auxílio do ¹⁰⁹Cd.** Dissertação de mestrado – Programa de pós-graduação em Ciências, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico.** Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=292860&search=bahia|santo-amaro>> Acesso em: 15 de setembro de 2015

LIMA, Verônica Ferreira; MERÇON, Fábio. 2011. **Metais pesados no ensino de química.** Química Nova na Escola. vol.33, n° 4.

MACHADO, Sandro Lemos; *et. al.* s/d. **A presença de Pb e Cd em diferentes compartimentos ambientais em Santo Amaro.** Apresentação de mesa redonda, Salvador-Bahia.

MAZZUCO, Kátia Teresinha Mateus. 2008. **Uso da *Canavalia ensiformis* como fitorremediador de solos contaminados por chumbo**. Dissertação de doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina. 187 p.

MOREIRA, Ícaro Thiago Andrade; PAIXÃO, Carla Marques; ANJOS, José Ângelo Araújo dos; SARNO, Luciana Neves. 2006. **Resultados preliminares no desenvolvimento de cultivares da mamona na fitorremediação de solo contaminado por metais pesados**. Anais 2º Congresso Brasileiro de Mamona. Aracaju-SE.

NIEMEYER, Júlia Carina; EGLER, Sílvia; SILVA, Eduardo Mendes da. 2012. **Avaliações ecológicas e ecotoxicológicas relacionadas ao caso da Plumbum em Santo Amaro (BA)**. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro.

REIS, José Oscar Nogueira. 1975. **Determinação polarográfica de Pb²⁺ e Cd²⁺ em águas do rio Subaé – Sto. Amaro – Bahia**. Departamento de Química Geral do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. 81 p.

RODRIGUES, William Costa. 2007. **Metodologia Científica**. FAETEC/IST, Paracambi.

SANTOS, Carlos José dos. s/a. **Tipos de pesquisa**. Disponível em <http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/_OF.TIPOS_PESQUI SA.PDF> Acesso: 16 de agosto de 2015

SANTOS, Luís Fernandes Pereira. 2011. **Avaliação dos Teores de cádmio e chumbo em pescado proveniente de São Francisco do Conde, Bahia**. Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição. Salvador.

SANTOS, G.L. 2009. **Determinação de Cádmio e Chumbo em Tecidos de Cetáceos por Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite**. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química, Salvador: Universidade Federal da Bahia. 92p.

SILVA, Fernando Costa. 2000. **Saneamento de alimentos**. Módulo de Saneamento. Curso de Licenciatura em Enfermagem na Comunidade FCHUCP – Braga.

SILVA, Leonardo Bernardo Campaneli da. 2008. **Avaliação espaço-temporal de metais pesados no rio Paraíba do Sul e rio Imbé por meio de plantas de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Aguapé), séston e sedimento**. Universidade

Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos do Goytacazes – Rio de Janeiro.

SOUZA, Keila Valente de; LIMA, Maria de Fátima das D. dos Santos. 2012. **Passivos socioambientais da minerametalurgia do chumbo em Santo Amaro e Boquira (BA), Vale do Ribeira (PR) e Mauá da Serra (PR)**. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro.

SOUZA, Mirlene Rafaella Felix de. 2010. **Fitorremediação de solo contaminado por metais pesados**. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Belo Horizonte – MG.

VASCONCELLOS, Maria Cristina; PAGLIUSO, Débora; SOTOMAIOR, Vanessa Santos. 2012. **Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo**. Estud. Biol., Ambiente Divers. Jul./dez., 261-267