



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS



ERIVAL AMORIM GOMES JUNIOR

Avaliação do risco decorrente da exposição ao chumbo em vegetais cultivados e consumidos na região de Maragogipinho – Bahia

Salvador, BA

2019

ERIVAL AMORIM GOMES JUNIOR

Avaliação do risco decorrente da exposição ao chumbo em vegetais cultivados e consumidos na região de Maragogipinho – Bahia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação de Ciência de Alimentos, da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Menezes Filho

Salvador, BA

2019

Gomes Junior, Erival Amorim

Avaliação do risco decorrente da exposição ao chumbo em vegetais cultivados e consumidos na região de Maragogipinho - Bahia / Erival Amorim Gomes Junior, Erival Amorim Junior. -- Salvador, 2019.

81 f.

Orientador: José Antônio Menezes Filho.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência de alimentos) -- Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, 2019.

1. chumbo. 2. avaliação de risco. 3. segurança alimentar. II. Junior, Erival Amorim. I. Menezes Filho, José Antônio. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

ERIVAL AMORIM GOMES JÚNIOR

AVALIAÇÃO DO RISCO DECORRENTE DA EXPOSIÇÃO AO CHUMBO EM VEGETAIS CULTIVADOS E CONSUMIDOS NA REGIÃO DE MARAGOGIPINHO – BAHIA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 20 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Dr. José Antônio Menezes Filho
Universidade Federal da Bahia
Orientador

Dr. Luiz Rogério Pinho de Andrade Lima
Universidade Federal da Bahia

Dr.ª Mariângela Vieira Lopes
Universidade do Estado da Bahia

Dedico esse trabalho a minha família que sempre acreditou e acredita no meu sucesso profissional, sempre me incentivando a alcançar novos objetivos.

AGRADECIMENTOS

A Deus inicialmente, por tudo que ele tem proporcionado na minha vida e da minha família.

Aos meus pais pelo exemplo e por toda a dedicação na busca de proteção e garantia do melhor para a vida dos seus filhos.

A minha sobrinha Isabella, que chegou para alegrar a vida de toda a família.

Aos meus familiares, irmãs, tias (mães), ao meu tio (dindinho) e em especial aos meus avós (*in memoriam*) que não estão presentes fisicamente nesse momento especial, mas carregam sempre no meu coração.

A minha namorada, Isabella, por todo companheirismo, paciência e palavras de incentivo.

Ao meu orientador, Professor Antônio pela atenção, dedicação e paciência, sempre presentes ao longo de todo trabalho. Um pai na academia.

A Matheus e sua família, pela amizade e pela recepção durante as coletas de campo

Ao Professor Fabio Oliveira que me proporcionou o contato com a pesquisa durante a graduação e que até hoje é um grande amigo.

Aos professores do Programa de Ciência de Alimentos e da Faculdade de Farmácia da UFBA.

A Escola de Nutrição da UFBA pelo tempo disponibilizado para a conclusão do Mestrado e também ao corpo docente pelo apoio e incentivo aos estudos.

A FAMÍLIA LABTOX, pelo acolhimento e parceria durante o desenvolvimento da pesquisa e também nos momentos externos ao trabalho.

A Sérgio, um grande amigo que encontrei no LABTOX.

Aos meus colegas de turma, pela ajuda e incentivo constante

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de mestrado.

Um agradecimento especial a população de Maragogipinho, que sempre nos recebeu de braços abertos para o desenvolvimento da pesquisa, em especial as professoras por todo o apoio prestado durante as coletas de campo. GRATIDÃO!

Resumo

O chumbo (Pb) é um metal pesado onipresente no ambiente, possuindo características tóxicas tanto para o ambiente quanto para a saúde humana. Maragogipinho é um distrito de Aratuípe, localizado na região do Recôncavo Baiano com a economia local voltada a produção de peças cerâmicas. Durante a produção dos utensílios cerâmicos, os artesãos processam o Pb sem nenhum tipo de controle e proteção, contaminando a si e o ambiente. Assim, os objetivos desse trabalho foram: (i) mensurar os níveis de Pb presente no solo e em alimentos cultivados nessa região; (ii) avaliar a transferência do Pb presente no solo para os alimentos e (iii) proceder uma avaliação do risco proveniente do consumo de vegetais potencialmente contaminados por este metal tóxico. A medida dos teores de Pb nas amostras de solo e vegetais foi realizada pela técnica de espectrometria de absorção atômica por forno de grafite (EAAFG), após mineralização ácida em forno digestor assistido por micro-ondas. Questionários de frequência alimentar foram utilizados para levantamento da ingestão diária dos vegetais avaliados, e as medidas antropométricas da população do estudo foram aferidas. Os vegetais avaliados foram mandioca, banana mamão e coentro. A partir dos dados referentes a ingestão dos vegetais selecionados, do teor de Pb nos mesmos e de dados coletados diretamente da população, foi realizada uma avaliação de risco não carcinogênico, calculado o quociente de risco (QR). A mediana das concentrações de Pb nas amostras de solo foram de 14,7 mg.kg⁻¹ (3,7-66,5) para solo de superficial com 3cm de profundidade e de 13,4 mg.kg⁻¹ (0,5-106,1) para solo com 20 cm de profundidade. Os níveis de Pb nas amostras de mamão e banana estavam abaixo do limite de detecção (LD). Já as medianas (faixa) de Pb nas amostras de mandioca e coentro foram de 0,06 mg.kg⁻¹ (0,02-0,29) e 0,22 mg.kg⁻¹ (0,06-3,02), respectivamente. O fator de transferência foi calculado para avaliar a mobilidade e apresentou um valor de 0,05 para as amostras de mandioca e 0,16 para as amostras de coentro, indicando que os folhosos realizam uma absorção maior de Pb do que as raízes. Com relação a ingestão diária dos vegetais avaliados, a população estudada consome cerca de 43 g (7-450) de mandioca, 65 g (6,5-501,4) de banana, 11 g (20-85) de mamão. O QR calculado para as amostras de mandioca foi de 0,0025 para a população adulta e de 0,0033 para as crianças considerando os dados coletados diretamente da população e 0,0010 considerando um cenário usualmente utilizado pelas agências regulatórias, todos apresentam um risco insignificante. Apesar da utilização do Pb pelos ceramistas e da contaminação ambiental presente na comunidade, as concentrações medianas de Pb estavam abaixo dos limites máximos permitidos pelas agências regulatórias, e o risco decorrente da ingestão de vegetais cultivados na comunidade de Maragogipinho é considerado insignificante. Portanto, é possível concluir que o consumo de vegetais cultivados nessa comunidade não representa um risco à segurança alimentar.

Palavras chaves: chumbo; avaliação de risco; segurança alimentar; contaminação do solo;

Abstract

Lead (Pb) is a heavy metal ubiquitous in the environment, with toxic characteristics to the environment and to the human health. Maragogipinho is a community located in the region of the Reconcavo Baiano which has the local economy based on the production of ceramic pieces. During the production of the ceramic utensils, the artisans process the Pb without any type of control and protection, contaminating itself and the environment. Thus, the objectives of this work were: (i) to measure the levels of Pb present in soil and in vegetables cultivated in this region; (ii) evaluate the transfer of Pb present in the soil to the vegetables and (iii) carry out a risk assessment based on the consumption of vegetables potentially contaminated by this toxic metal. The measurement of Pb contents in soil and vegetable samples were carried out using graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS), after acid mineralization in a microwave oven. Food frequency questionnaires were used to estimate the daily intake of the evaluated vegetables, and the anthropometric measurements of the study population were measured. The evaluated vegetables were manioc, papaya, banana, and coriander. From the data referring to the intake of selected vegetables, Pb content in the vegetables and data collected directly from the population, a risk non-carcinogenic assessment was performed using target hazard quotient (THQ) methodology. The median Pb concentrations in soil samples were 14.7 mg.kg⁻¹ (3,7-66,5) for surface soil with 3cm-depth and 13.4 mg.kg⁻¹ (0, 5-106.1) for 20-cm-depth soil. Pb levels in papaya and banana samples were below the limit of detection (LD). The median (range) of Pb in cassava and coriander samples were 0.06 mg.kg⁻¹ (0.02-0.29) and 0.22 mg.kg⁻¹ (0.06-3.02), respectively. The transfer factor was calculated to evaluate the mobility of Pb and presented a value of 0.05 for the cassava samples and 0.16 for the coriander samples, indicating that the leafy accumulates more lead than the roots. According to the daily intake of the evaluated vegetables, the average intake of the studied population is about 43 g (7-450) of cassava, 65 g (6.5-501.4) of banana, 11 g (20-85) of papaya. THQs calculated for the cassava samples were 0.0025 for the adult population and 0.0033 for the children considering the data collected directly from the population and 0.0010 considering a scenario frequently used by the regulatory agencies, however, all present an insignificant risk. Despite the use of Pb by the artisans and environmental contamination reported in the community, median concentrations of Pb were below the maximum limits allowed by regulatory agencies, so the risk arising from the ingestion of vegetables cultivated in the Maragogipinho community is considered insignificant. Therefore, it is possible to conclude that the consumption of vegetables cultivated in this community does not seem to represent a food insecurity.

Key words: lead; risk assessment; food safety; soil contamination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1

Capítulo 2

Figura 1: Mapa indicando área do estudo.....	36
Figura 2: Mapa de calor indicando os pontos de coleta e a concentração de Pb em amostras de solo (15-20cm)	43
Figura 3: Mapa de calor indicando os pontos de coleta de mandioca e a concentração de Pb	45
Figura 4: Mapa de calor indicando os pontos de coleta de coentro e a concentração de Pb	46

Capítulo 3

Figura 1: Mapa indicando área de realização do estudo	59
---	----

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Capítulo 2

Tabela 1: Parâmetros da garantia da qualidade dos métodos analíticos para Pb	40
Tabela 2: Concentração de Pb (mg.kg^{-1}) em amostras de solo (15-20cm)	41
Tabela 3: Concentração de Pb (mg.kg^{-1}) em amostras de solo (15-20cm)	44
Tabela 4: Concentração de Pb (mg.kg^{-1}) em vegetais por data de coleta	47
Tabela 5: Fator de transferência de Pb do solo para os alimentos	48

Capítulo 3

Tabela 1: Estimativa da ingestão diária de vegetais (g/pessoa/dia)	63
Tabela 2: Parâmetros utilizados para a estimativa da dose de exposição ao Pb	64
Tabela 3: Quociente de risco associado ao consumo de mandioca	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%RDS – Desvio padrão relativo

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CAPES – Coordenadora de aperfeiçoamento

EPA – Agência de proteção ambiental (EUA)

EAA – Espectrometria de absorção atômica

EAAFG - Espectrometria de absorção atômica por forno de grafite

FAAS – Espectrometria de absorção atômica por chama

FAO – Food and Agriculture Organization / Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

FLICA – Feira literária Internacional de Cachoeira

FT – Fator de transferência

IARC – Agência internacional de pesquisa em câncer

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDA – Ingestão dietética aceitável

LABTOX – Laboratório de Toxicologia humana, ambiental e ocupacional

LD – Limite de detecção

MRC – Material de referência certificado

NIST – Instituto nacional de padrões e tecnologias (EUA)

NOAEL – Non observed adverse effects level (Nível onde não são observados efeitos adversos)

(OMS – Organização mundial de Saúde

PGALI – Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos

QFA – Questionário de Frequência alimentar

RDC – Resolução da diretoria colegiada

RfD – Dose de Referência

S0115 S0116 S0121 – Código de amostras

THQ / QR – Target Hazard Quociente / Quociente de Risco

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

USEPA – United States Environmental Protection Agency (Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1. RECÔNCAVO DA BAHIA	13
2. MARAGOGIPINHO E A ATIVIDADE CERAMISTA	13
3. CHUMBO	14
3.1. Definição	14
3.2. Fatores de exposição	15
3.3. Toxicocinética e toxicidade	16
4. CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL	17
4.1. Solo	17
4.2. O fator de transferência	18
4.3. Contaminação de alimentos e segurança alimentar.....	18
4.3.1. Culturas predominantes no distrito de Maragogipinho	19
5. INQUÉRITOS NUTRICIONAIS	20
6. AVALIAÇÃO DE RISCO	21
7. REFERÊNCIAS	23

CAPÍTULO 2: TEORES DE CHUMBO NO SOLO E EM VEGETAIS CULTIVADOS EM ÁREAS CIRCUNVIZINHAS ÀS OLARIAS EM MARAGOGIPINHO, BAHIA

RESUMO	31
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAIS E MÉTODOS	34
2.1. Local de estudo	34
2.2. Material de estudo	35
2.3. Equipamentos e Reagentes	36
2.4. Procedimentos analíticos	37
2.5. Garantia da qualidade analítica	38
2.6. Análises estatísticas	38
2.7. Aspectos éticos	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1. Garantia da qualidade analítica	39
3.2. Chumbo no solo superficial (0-3cm)	40
3.3. Chumbo no solo (10-15cm)	40
3.4. Chumbo em vegetais	42
3.5. Fator de transferência	46

4. CONCLUSÃO	47
5. CONFLITOS DE INTERESSE	48
6. AGRADECIMENTOS	48
7. REFERÊNCIAS	49

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DE RISCO DO CONSUMO DE VEGETAIS CULTIVADOS EM REGIÃO PRODUTORA DE CERÂMICA VITRIFICADA COM CHUMBO

RESUMO	55
1. INTRODUÇÃO	56
2. MATERIAIS E MÉTODOS	57
2.1. Local de estudo	57
2.2. População de estudo	58
2.3. Inquéritos alimentares	59
2.4. Coleta dos vegetais	59
2.5. Avaliação de risco no consumo de vegetais	59
2.6. Análises estatísticas	61
2.7. Aspectos éticos	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.1. Pb em vegetais	61
3.2. Estimativa do consumo de vegetais	62
3.3. Avaliação do risco não carcinogênico	63
4. CONCLUSÃO	64
5. CONFLITOS DE INTERESSE	65
6. AGRADECIMENTOS	65
7. REFERÊNCIAS	66
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
APÊNDICE	
Apêndice I – Questionário de cultivo.....	72
Apêndice II – Questionário de frequência alimentar	73
Apêndice III – Concentração de Pb nas amostras avaliadas	81

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está dividido em três Capítulos. O primeiro capítulo “Fundamentação Teórica” traz uma revisão bibliográfica a respeito dos assuntos discorridos ao longo do estudo, e suas referências.

O segundo capítulo está escrito na forma de artigo, intitulado de “Teores de chumbo no solo e em vegetais cultivados em áreas circunvizinhas a atividade ceramista”.

O terceiro capítulo também está estruturado na forma de artigo, intitulado de “Avaliação do risco do consumo de vegetais cultivados em região produtora de cerâmica vitrificada com Chumbo”.

Após as referências, os questionários de cultivo e de frequência alimentar estão na forma de anexo ao trabalho.

CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO

CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO

1. Recôncavo da Bahia

No recôncavo baiano, atividades agrícolas como o plantio da mandioca e o desenvolvimento de subprodutos como a farinha de mandioca assim como o plantio do fumo e de frutas tropicais como a banana e o mamão são de grande importância econômica, porém, a região do Recôncavo da Bahia também apresenta sítios de contaminação ambiental por Pb.

Em Santo Amaro, cidade localizada no recôncavo sul da Bahia, operou uma indústria de beneficiamento do minério de Pb entre os anos de 1960 e 1993 e devido ao descarte inadequado de rejeitos da produção e também devido a emissão de gases contaminados com Pb, Santo Amaro e cidades circunvizinhas apresentam altos níveis de contaminação por Pb até os dias atuais (DE ANDRADE LIMA; BERNARDEZ, 2011; MACEDO et al., 2016; MACHADO et al., 2012; MAGNA et al., 2013). Um outro sítio de contaminação por Pb na região do recôncavo baiano é o distrito de Maragogipinho, onde oleiros processam peças de cerâmica e durante o processamento utilizam Pb no processo de vitrificação e assim incorporar valor comercial as cerâmicas ali comercializadas (COSTA et al., 2017; PINHO NETO, 2008).

2. Maragogipinho e a atividade ceramista

Aratuípe é uma cidade localizada na região do Recôncavo Sul da Bahia a cerca de 95 km da Salvador, a capital, via ferry-boat. A principal atividade econômica da localidade é a atividade ceramista e uma pequena parcela da população também possui a pesca como principal fonte de renda. Especificamente na vila Maragogipinho, localizada a cerca de 6 km da sede do município é onde ficam localizadas as tradicionais olarias, que produzem peças de cerâmicas que também são exportadas para fora do Brasil, caracterizando-se como um dos maiores polos ceramistas da América Latina (PINHO NETO, 2008; ROCHA; CURY, 2018).

A produção das peças é realizada de maneira bastante rudimentar e artesanal onde os artesãos elaboram peças de cerâmica dos mais variados tipos, desde painéis de barro a esculturas religiosas. A maior problemática associada a produção dessas peças é o processo de vitrificação, onde os artesãos utilizam Pb para elaboração de uma camada vítrea sobre as peças (PINHO NETO, 2008). Para a realização da vitrificação, se faz necessário a obtenção do óxido de chumbo, que é obtido a partir da fusão do chumbo metálico obtido de baterias automotivas, em fogueiras a céu aberto. Este óxido misturado a uma suspensão de argila em água (popularmente conhecida pelos oleiros como “lamagem”) é aplicado à superfície interna dos vasilhames e novamente queimadas, formando um verniz que garante esse aspecto vítreo, impermeabilização e brilho às cerâmicas.

A falta de infraestrutura adequada, associada a ausência de treinamento e percepção de risco dos oleiros, faz com que os mesmos processem e descartem o Pb extraído de baterias automotivas de maneira inadequada, contaminando assim o ambiente local (COSTA et al., 2018; HATJE; BARROS, 2012).

3. Chumbo

3.1.1. Definição

O chumbo é um metal pesado, do grupo 14 (anteriormente denominado IV A) da tabela periódica, maleável, de baixo ponto de fusão e que ocorre naturalmente na crosta terrestre. Raramente é encontrado na forma livre, sendo a galena (PbS) a forma de maior ocorrência no ambiente, seguida da cerusita (PbCO₃) e da anglesita (PbSO₄), respectivamente. Devido a facilidade de modelagem, o Pb é comumente combinado com outros metais com para a formação de ligas que podem ser encontradas em tubulações antigas, baterias automotivas, munições e etc, sendo as baterias automotivas a principal aplicação/utilização das ligas de Pb (HAEFLIGER et al., 2009; ATSDR, 2007; IARC, 2006; MOREIRA; MOREIRA, 2004).

Atualmente, a obtenção do Pb é realizada a partir de uma fonte primária, como a extração de minérios e de fontes secundárias como a reutilização de baterias. Uma outra utilização do Pb é pela indústria bélica, que atualmente encontra-se como a segunda maior utilização do Pb, ficando atrás somente das baterias automotivas (ATSDR, 2007).

3.1.2. Fatores de exposição

Em paralelo ao aumento da utilização do Pb, a exposição humana ao contaminante também aumentou, sendo as atividades industriais, artesanais, utilização de fertilizantes e a mineração as principais fontes de exposição humana, entretanto, o descarte inadequado de lixo (ex: lixo eletrônico) também apresenta importante contribuição para o aumento da exposição humana ao Pb (COSTA et al., 2017; DIAZ-RUIZ et al., 2017; HARMANESCU et al., 2011; MAGNA et al., 2014; TÜRKOĞAN et al., 2003). Dentre as atividades artesanais, destaca-se o caso de Maragogipinho, onde o óxido de Pb é utilizado como fundente no processo de vitrificação das cerâmicas produzidas.

Além das atuais fontes de exposição, é importante destacar a utilização do Pb na Gasolina, pintura de casas e tubulações de água no passado, pois já foram importantes fontes de exposição e mesmo com a interrupção da utilização do Pb nessas atividades, devido a característica não biodegradável do Pb, essa utilização deixou um passivo no ambiente (MOHMAND et al., 2015).

Quando exposta a um ambiente contaminado, a população também se contamina através da inalação do ar contaminado, contato com o solo ou poeira contaminada e também através do consumo de alimentos contaminados por Pb (COSTA et al., 2018; MACEDO et al., 2016)

A exposição intrauterina também é um importante fator de exposição ao Pb. Gestantes expostas ao Pb realizam a transferência de Pb para o feto através do transporte placentário. O primeiro estudo que avaliou a transferência de Pb da gestante para o feto reportou que uma gestante com 74 µg/dL de PbS teve um filho com 55 µg/dL medido no sangue do cordão umbilical. Dentre os desfechos associados a níveis

elevados de PbS em gestante, destaca-se o nascimento de crianças prematuras e nascimento de crianças com distúrbios nutricionais associados. Esses distúrbios nutricionais podem ser baixo comprimento para a idade gestacional, baixo peso ao nascer, ou crianças com redução do perímetro cefálico. Um estudo que avaliou a relação entre exposição intrauterina ao Pb e tamanho do feto foi identificado que mães que apresentam plumbemia igual ou superior a 20 µg/dL apresentaram duas vezes mais chances de serem mães de crianças pequenas para a idade gestacional durante o parto (CHEN; PAN; WANG, 2006; KORDAS, 2010; REDDY et al., 2014).

3.1.3. Toxicocinética e toxicidade

Mesmo com diferentes vias de exposição (sistema respiratório, contato dérmico e sistema digestivo), o sistema digestivo é a maior via de absorção de Pb para a população geral. Essa absorção será mediada por fatores fisiológicos (sexo, idade, gestação e estado nutricional) da população exposta (ATSDR, 2007; ATSDR, 2017)

Pelo fato de não ser metabolizado, o Pb é diretamente absorvido pelo organismo humano, posteriormente distribuído para os tecidos e excretado. Através da via digestiva, a absorção de Pb pode variar de 2% a 80%, sendo o período de jejum o de maior absorção a nível gastrointestinal. Com relação aos estágios da vida, gestantes e crianças também possuem uma absorção maior de Pb quando comparado aos adultos (não gestantes) devido ao fato da desmineralização óssea durante a gravidez, onde parte do Ca presente nos ossos é redistribuído no sangue (MOREIRA; MOREIRA, 2004; AAP, 2016).

Devido a característica eletrônica de bivalência do Pb, a ingestão adequada de nutrientes como proteínas, Cálcio (Ca), Ferro (Fe) e Potássio (K) é de grande importância para a redução da absorção de Pb pela via gastrointestinal, visto que pessoas com baixo teor de proteínas, Ca, Fe e K na dieta habitual acabam por absorver mais Pb devido a mecanismo de competição pelos sítios de ligação muito próximos/similares. Assim, fatores dietéticos podem influenciar na absorção de Pb a nível gastrointestinal. Além da competição pelos sítios de ligação, em gestantes, a ingestão adequada de Ca favorece a redução a reabsorção óssea, minimizando assim também a redução da mobilização de

Pb presente no tecido ósseo para o sangue (ETTINGER et al., 2014; HENNIG et al., 2007; KORDAS et al., 2018; KORDAS; LÖ; STOLTZFUS, 2007)

Após a absorção, o Pb se distribui entre os tecidos e a corrente sanguínea, sendo os ossos, o tecido responsável pelo armazenamento. Além deste, o Pb também se deposita em concentrações menores nos órgãos como rins, fígado e cérebro. A exposição tecidual ao Pb poderá causar danos ao sistema nervoso central e periférico, sistema renal, cardiovascular e hematológico, sendo o sistema nervoso o mais afetado, mesmo que em baixas concentrações do contaminante, visto que não existem níveis de plumbemia seguros e dependendo do nível de exposição pode causar déficit no desenvolvimento intelectual, déficit de atenção e hiperatividade em crianças e até mesmo encefalopatia (AAP, 2016; FLORA; GUPTA; TIWARI, 2012; HAEFLIGER et al., 2009;).

4. Contaminação Ambiental

4.1. Solo

A contaminação dos solos por Pb tem sido amplamente estudada devido a toxicidade do Pb tanto para o ambiente como também para o ser humano que habita ou consome produtos oriundos desse ambiente contaminado. A ocorrência de Pb no solo acaba sendo uma das fontes de contaminação de alimentos através da transferência de Pb do solo para as raízes e partes aéreas e conseqüentemente dos seres humanos através da cadeia alimentar (MAGNA et al., 2013; YAYLALI-ABANUZ, 2011). A presença de Pb no solo é devido ao descarte de material contaminado por Pb no solo assim como também, a partir da deposição de poeira contaminada por Pb.

Devido a capacidade de transferência do Pb do solo para os alimentos é importante a avaliação de uma fração de cerca de 15-20 cm de profundidade, que possui um contato maior com as raízes, realizando assim a transferências de minerais do solo para a planta. Já a fração de solo mais superficial (0-3 cm) é mais afetada por exposição

recente, como a deposição de poeira (ISLAM; AHMED; HABIBULLAH-AL-MAMUN, 2014; LI et al., 2015).

4.2. O fator de transferência

A transferência de metais do solo para os vegetais é predominantemente nas folhas, raízes e frutos (CHEN et al., 2014), sendo a bioacumulação nas partes comestíveis uma importante fonte de exposição humana a metais (REHMAN et al., 2018). Assim, o fator de transferência (FT) torna-se uma importante forma de avaliar essa absorção de metais pelos vegetais e pode ser determinado a partir da seguinte equação matemática:

$$FT = \frac{C_{planta}}{C_{solo}}$$

Onde C_{planta} é a concentração do metal no vegetal (massa seca) e o C_{solo} é a concentração do metal no solo (massa úmida) onde o vegetal foi cultivado e quanto maior for o FT, maior é a absorção de metal pelo vegetal. Quanto maior for o valor do FT maior é a disponibilidade do metal na planta (INTAWONGSE; DEAN, 2006).

4.3. Contaminação de alimentos / Segurança alimentar

A segurança alimentar é definida como o acesso regular e permanente à alimentos de qualidade e isentos de perigo ao consumidor (FAO, 2006). Dentre os riscos/perigos alimentares, os riscos químicos estão associados a ingestão de alimentos contaminados com substâncias químicas como o Pb e que podem ocasionar agravos de grande severidade para a saúde humana (FAO, 2006). A contaminação de alimentos por Pb está associada a contaminação ambiental, através da ingestão de partículas presentes no ambiente de criação (animais); pela contaminação da água de irrigação e também devido a contaminação do solo onde são cultivados vegetais.

A preocupação com a contaminação de alimentos por metais pesados passou a ter destaque a partir do desastre ocorrido na baía de Minamata, no Japão, onde uma indústria descartou dejetos contaminados por mercúrio (Hg) na região da baía de Minamata. Esse descarte causou a exposição e intoxicação de grande parte dos

habitantes da baía de Minamata, que apresentaram inúmeros problemas neurológicos devido ao consumo de peixes capturados nessa região (MAIHARA; FAVARO; BARBOSA JÚNIOR, 2012).

Em nível internacional, a Organização Mundial de Saúde (OMS) através da FAO (Food and Agriculture Organization) lidera e coordena o Codex Alimentarius desde a década de 70. O programa tem como finalidade estabelecer normas internacionais, padrões e diretrizes relacionadas a avaliação de segurança e eficácia de alimentos. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleceu os limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos através da RDC N°42, de 29 de Agosto de 2013 (BRASIL, 2013).

4.3.1.1. Culturas predominantes no distrito de Maragogipinho

A mandioca (*Manihot esculenta*) é um tubérculo mundialmente cultivado, devido a facilidade de cultivo em condições adversas a agricultura. Ela se desenvolve mesmo em solos com baixa concentração de matéria orgânica e em regiões secas, o que faz com que o mesmo seja cultivado em diversas regiões do mundo, principalmente em regiões de clima tropical ou subtropical (WANAPAT; KANG, 2015). Em nível mundial, a produção anual de mandioca foi de 277,1 milhões de tonelada no ano de 2016 e o Brasil é classificado como o 4º maior produtor, com uma produção anual de 21 milhões de tonelada, ficando atrás de Nigéria, Tailândia e Indonésia, os três maiores produtores mundiais, respectivamente (FAO, 2014). No Brasil o consumo médio per capita é de 1,77kg/ano e na região nordeste, região de maior consumo juntamente com a região norte, o consumo médio *per capita* é de 7,78 kg/ano (IBGE, 2010).

A banana (*Musa spp.*) é considerada uma das frutas de maior importância econômica para o comércio mundial juntamente com a cana de açúcar, manga e abacaxi (SEPTEMBRE-MALATERRE et al., 2016). Nacionalmente é amplamente cultivada e consumida, com um consumo per capita de 2,77 kg/ano habitante e considerando a região nordeste o consumo é ainda maior, com uma média per capita de 4,05kg/ano/habitante (IBGE, 2010).

O mamão (*Carica papaya*) é um fruto originado no México e costa rica e que foi posteriormente disseminado nos países de clima tropical e subtropical. No Brasil o mamão é amplamente consumido em todo o país com uma estimativa de consumo de 2,05 kg/ano por habitante (IBGE, 2010).

O Coentro (*Coriandrum sativum L.*) é uma erva aromática originária da região Sul da Ásia e amplamente utilizado na culinária brasileira, principalmente pela culinária baiana. As folhas do coentro servem como tempero para o preparo dos mais variados pratos, desde feijões simples as tradicionais moquecas baianas. Além disso, as folhas de coentro possuem elevada concentração de Vitamina A, Vitamina B12 e fibras dietéticas. (MANDAL; MANDAL, 2015; NADEEM; ANJUM; EL-GHORAB, 2013).

5. Inquéritos nutricionais

Em estudos epidemiológicos, a avaliação da dieta é frequentemente utilizada para a identificação de possíveis fatores de exposição, contudo, é necessário a utilização de instrumentos de medição apropriados. Dentre os variados métodos de avaliação da dieta destaca-se o questionário de frequência alimentar (QFA) pela facilidade de aplicação e o baixo custo. A estrutura do QFA é voltada a mensuração do consumo de alimentos por um determinado período de tempo a partir de uma lista de alimentos. Além de estimar padrões de consumo alimentar (CAMILO et al., 2016), também é possível estimar a ingestão de determinado alimento (COSTA et al., 2018), grupo alimentar (DE ARAUJO et al., 2016) ou nutriente específico (GLABSKA et al., 2017), sendo assim amplamente aplicável em estudos que buscam relacionar a dieta a possíveis efeitos na saúde (COLUCCI; SLATER; PHILIPPI, 2005; E SILVA; VASCONCELOS, 2013; MOLINA et al., 2013).

6. Avaliação de risco

Os estudos relacionados a ocorrência de substâncias químicas presentes em alimentos tiveram início na década de 40, quando começaram a ser definidos os valores de ingestão diária aceitável (IDA) de contaminantes presentes em alimentos. Esse, foi um marco importante visto que a avaliação do risco causado pela exposição humana a substâncias químicas presentes na dieta habitual é um processo de grande importância no desenvolvimento de padrões alimentares seguros (JARDIM; CALDAS, 2009).

A contaminação ambiental por Pb tem sido amplamente estudada e atualmente considerada como um problema de saúde pública devido fatores como o aumento na utilização de contaminantes; o descarte inadequado desses contaminantes no ambiente; a presença de efeitos deletérios ao ambiente e também a saúde da população que vive nesse ambiente (TONG; VON SCHIRNDING; PRAPAMONTOL, 2000)

A avaliação dos níveis de Pb em compartimentos ambientais (ar, poeira, solo e água de consumo) é um importante indicador da contaminação ambiental. Além disso, a avaliação dos níveis de Pb nos alimentos cultivados e consumidos pela população local além de ser uma importante medida para se avaliar a contaminação ambiental é de grande importância na avaliação de riscos a população devido a ingestão desses alimentos potencialmente contaminados.

Dentre os métodos propostos para a avaliação de riscos a saúde humana devido a contaminação por Pb, destaca-se o quociente de risco (QR), que é capaz de avaliar o risco para os efeitos não carcinogênicos decorrente da exposição a um ou mais contaminante químico. Essa estimativa é com base na proporção entre a ingestão média estimada de um contaminante e a dose de referência, ou seja, valor abaixo do qual não haverá qualquer risco (STORELLI, 2008).

Efeitos não carcinogênicos ou efeitos sistêmicos são efeitos em órgãos específicos, com um limiar, geralmente definido pela literatura, então, para que seja estimado o risco é necessário assumir uma dose abaixo do valor onde não é observado efeitos adversos (NOAEL, do termo em Inglês No Observed Adverse Effect Level), e

considerando uma avaliação de risco referente ao consumo de alimentos é levado em consideração a dose de referência oral (RfD) (NARDOCCI, 2009).

Assim, a avaliação de risco é a estimativa da probabilidade, magnitude e incerteza dos efeitos adversos à saúde humana associados à exposição e é basicamente dividida em quatro etapas: identificação do risco, avaliação dose-resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco (NRC, 1983)

A identificação do risco é voltada a identificar a toxicidade de um agente, ou seja, uma identificação qualitativa do risco. Após a identificação do risco, a avaliação da dose-resposta visa descrever a intensidade dos efeitos adversos associados a dose e a exposição. A partir de então é possível determinar os valores de referência, como a RfD para efeitos de toxicidade sistêmica. A próxima etapa é a avaliação da exposição, que visa estimar a intensidade, frequência e duração das possíveis vias de exposição aos contaminantes (USEPA, 1986). Essa pode ser estimada a partir de dados coletados diretamente da população em estudo, ou estimada através do uso de modelos específicos para as condições existentes. A caracterização do risco é a última etapa do processo de avaliação de risco, e deve quantificar e interpretar o risco associado a exposição ao contaminante. (BRILHANTE; CALDAS, 1999).

O risco para toxicidade sistêmica (não carcinogênica) é proposto pela USEPA com a finalidade de descrever o potencial de toxicidade sistêmica (não carcinogênica). Esse potencial é estimado a partir da comparação entre dose de exposição durante um determinado período de tempo com a dose de referência para um período de tempo similar, assim, a partir do quociente de risco é possível identificar se a exposição é inferior ($QR < 1$) ou superior ($QR > 1$) ao limiar de segurança. Portanto, quanto maior o valor do QR, maior será o risco de toxicidade sistêmica (BRILHANTE; CALDAS, 1999).

7. Referências

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. **Department of Health and Human Services, Public Health Service**.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2017: Lead toxicity; Case studies in environmental medicine (CSEM).

American Academy of Pediatrics (AAP). 2016. Prevention of Childhood Lead Toxicity. Council on Environmental Health. **Pediatrics** Jul;138(1).

BORGES, Cristine Vanz et al. Fenolic compounds in banana fruit. **Cong. Bras. de Fruticultura**, [s. l.], v. 1, p. 4570–4573, 2012.

BRASIL ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 43, 29/08/2013. Regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos, 2013.

BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A., Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental. Rio de Janeiro: **Editores FIOCRUZ**, 1999. 155 p. ISBN 85-85676-56-6

CARVALHO, Fernando M.; TAVARES, Tania M.; LINS, Liliane. Soil Contamination by a Lead Smelter in Brazil in the View of the Local Residents. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, [s. l.], v. 15, p. 1–15, 2018.

CHEN, Pau Chung; PAN, I. Jen; WANG, Jung Der. Parental exposure to lead and small for gestational age births. **American Journal of Industrial Medicine**, [s. l.], v. 49, n. 6, p. 417–422, 2006.

CHEN, Ying et al. Health risk assessment of heavy metals in vegetables grown around battery production area. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 71, n. 2, p. 126–132, 2014.

COLUCCI, Ana Carolina Almada; SLATER, Betzabeth; PHILIPPI, Sonia Tucunduva. Etapas Para Desenvolvimento De Um Questionário Steps for Developing a Food

Frequency Questionnaire. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, [s. l.], v. 6, p. 7–12, 2005.

COSTA, Renata G. et al. Lead and cadmium in mangrove root crab (*Goniopsis cruentata*), in natura and at food processing stages. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 216–221, 2017.

COSTA, Renata Guerreiro et al. Lead in mangrove root crab (*Goniopsis cruentata*) and risk assessment due to exposure for estuarine villagers. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, [s. l.], v. 00, n. 00, p. 1–9, 2018.

DE ANDRADE LIMA, L. R. P.; BERNARDEZ, L. A. Characterization of the lead smelter slag in Santo Amaro, Bahia, Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 189, n. 3, p. 692–699, 2011.

DIAZ-RUIZ, Araceli et al. Glazed clay pottery and lead exposure in Mexico: Current experimental evidence. **Nutritional Neuroscience**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 513–518, 2017.

E SILVA, Thays de Ataíde; VASCONCELOS, Sandra Mary Lima. Validação de questionários de frequência alimentar: uma revisão sistemática. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 197–212, 2013.

ETTINGER, Adrienne S. et al. Effect of calcium supplementation on bone resorption in pregnancy and the early postpartum: a randomized controlled trial in Mexican women. **Nutrition journal**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 116, 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations **Banana Statistical compendium 2015-16**. [s. l.], p. 77–89, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets**. [s. l.], p. 1–173, 2014

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food Security**. [s.l: s.n.] 2006.

FLORA, Gagan; GUPTA, Deepesh; TIWARI, Archana. Toxicity of lead: A review with recent updates. **Interdisciplinary Toxicology**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 47–58, 2012.

HAEFLIGER, Pascal et al. Mass Lead Intoxication from Informal Used Lead-Acid Battery Recycling in Dakar, Senegal. [s. l.], v. 117, n. 10, p. 1535–1540, 2009.

HARMANESCU, Monica et al. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. **Chemistry Central Journal**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 64, 2011.

HATJE, Vanessa; BARROS, Francisco. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 64, n. 11, p. 2603–2614, 2012.

HENNIG, Bernhard et al. Using nutrition for intervention and prevention against environmental chemical toxicity and associated diseases. **Environmental Health Perspectives**, [s. l.], v. 115, n. 4, p. 493–495, 2007.

IARC. Inorganic and organic lead compounds. [s.l: s.n.]. v. 87

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares** 2008-2009. 2010.

INTAWONGSE, Marisa; DEAN, John R. Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soil and their bioavailability in the human gastrointestinal tract. **Food Additives and Contaminants**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 36–48, 2006.

ISLAM, Md Saiful; AHMED, Md Kawser; HABIBULLAH-AL-MAMUN, Md. Trace metals in soil and vegetables and associated health risk assessment. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 186, n. 1, p. 8727–8739, 2014.

JARDIM, Andréia Nunes Oliveira; CALDAS, Eloisa Dutra. Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para a saúde. **Química Nova**, [s. l.], v. 32, n. 7, p. 1898–1909, 2009.

KORDAS, Katarzyna. Iron, Lead, and Children's Behavior and Cognition. **Annual Review of Nutrition**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 123–148, 2010.

KORDAS, Katarzyna et al. Nutritional status and diet as predictors of children's lead concentrations in blood and urine. **Environment International**, [s. l.], v. 111, n. October 2017, p. 43–51, 2018.

KORDAS, Katarzyna; LÖ, Bo; STOLTZFUS, Rebecca J. Interactions between Nutrition and Environmental Exposures: Effects on Health Outcomes in Women and Children 1,2. **Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 137, n. April, p. 2794–2797, 2007.

KOTHARI, Vijay; SESHADRI, Sriram. Antioxidant activity of seed extracts of *Annona squamosa* and *Carica papaya*. **Nutrition & food Science**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 403–408, 2010.

KRISHNA, K. L.; PARIDHAVI, M.; PATEL, Jagruti A. Review on nutritional , medicinal and pharmacological properties of Papaya (*Carica papaya* Linn .). **Natural Product Radiance**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 364–373, 2008.

LI, Peizhong et al. Ecotoxicology and Environmental Safety Contamination and health risks of soil heavy metals around a lead / zinc smelter in southwestern China. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [s. l.], v. 113, p. 391–399, 2015.

MACEDO, Kelly et al. Toxic Elements and Microbiological Content of Food: Evidence from a Case Study in a Brazilian City Heavily Contaminated by Lead and Cadmium. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, [s. l.], v. 00, n. 00, p. 1–9, 2016.

MACHADO, Sandro et al. A study of the routes of contamination by lead and cadmium in Santo Amaro, Brazil. **Environmental technology**. [s. l.], v. 34, n. 5–8, p. 559–71, 2012.

MAGNA, G. A. M. . et al. Avaliação da exposição ao Pb e Cd em crianças de 0 a 17 anos por consumo de alimentos vegetais cultivados em solos contaminados em Santo Amaro (BA). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 19, p. 3–12, 2014.

MAGNA, Gustavo Alonso Muñoz et al. Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-Bahia. **Química Nova**, [s. l.], v. 36, n. 7, p. 989–997, 2013.

MAIHARA, V.A.; FAVARO, D.I.T.; BARBOSA JÚNIOR, F. Elementos tóxicos. In: COZZOLINO, S.M.F., Biodisponibilidade de nutrientes. Barueri: Manole, 4ª ed., 2012.

MANDAL, Shyamapada; MANDAL, Manisha. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 421–428, 2015.

MENEZES-FILHO, José et al. Environmental Co-Exposure to Lead and Manganese and Intellectual Deficit in School-Aged Children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 2418, 2018.

MOHMAND, Jawad et al. Chemosphere Human exposure to toxic metals via contaminated dust : Bio-accumulation trends and their potential risk estimation. **CHEMOSPHERE**, [s. l.], v. 132, p. 142–151, 2015.

MOLINA, Maria del Carmen Bisi et al. Reprodutibilidade e validade relativa do Questionário de Frequência Alimentar do ELSA-Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 379–389, 2013.

MOREIRA, Fátima Ramos; MOREIRA, Josino Costa. Cinética Do Chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciência e Saúde coletiva**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 167–181, 2004.

NADEEM, Muhammad; ANJUM, Faqir Muhammad; EL-GHORAB, Ahmed. Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L .) A review. **British Food Journal**, [s. l.], v. 115, n. 5, p. 743–755, 2013.

NARDOCCI, A. C. Ambiente e saúde humana. In: Terezinha de Jesus Andreoli Pinto. (Org.). A gestão ambiental no ensino e pesquisa de ciências farmacêuticas. São Paulo: **Guanabara Koogan**, 2009

PINHO NETO, Arthur Duarte. Maragogipinho E a Relação Com a Degradação Ambiental : Perspectivas E Sustentabilidade Maragogipinho E a Relação Com a Degradação Ambiental : Perspectivas E Sustentabilidade. 2008. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal da Bahia, [s. l.], 2008.

NRC. National Research Council. Risk assessment in the federal government: managing the process. Washington (DC): **National Academy Press**; 1983.

POLYORACH, Sineenart; WANAPAT, Metha; WANAPAT, Sadudee. Enrichment of protein content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by supplementing with yeast for use as animal feed. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 142–149, 2013.

REDDY, Yathapu Srinivasa et al. Lead and trace element levels in placenta, maternal and cord blood: A cross-sectional pilot study. **Journal of Obstetrics and Gynaecology Research**, [s. l.], v. 40, n. 12, p. 2184–2190, 2014.

ROCHA, Angela Machado; CURY, Rafael de Lima Mansur. Maragogipinho: Indicação geográfica em defesa do artesanato local e seu desenvolvimento. **Propriedade intelectual e gestão de tecnologias**. [s.l: s.n.]. p. 103–111.

SEPTEMBRE-MALATERRE, Axelle et al. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana , litchi , mango , papaya , passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. [s. l.], v. 212, p. 225–233, 2016.

SOMEYA, Shinichi; YOSHIKI, Yumiko; OKUBO, Kazuyoshi. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 79, p. 351–354, 2002.

STORELLI, M. M. Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: Estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 46, n. 8, p. 2782–2788, 2008.

TONG, Shilu; VON SCHIRNDING, Yasmin E.; PRAPAMONTOL, Tippawan.
Environmental lead exposure: A public health problem of global dimensions - Social
Science Database - ProQuest. [s. l.], v. 78, n. 9, p. 5–10, 2000.

TÜRKDOĞAN, M. Kürsa. et al. Environmental Toxicology and Pharmacology, [s. l.], v.
13, n. 3, p. 175–179, 2003.

USEPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for carcinogen
risk assessment. Federal Register**, v. 51, p. 33991-34003, 1986.

WANAPAT, Metha; KANG, Sungchhang. Cassava chip (*Manihot esculenta* Crantz) as
an energy source for ruminant feeding. **Animal Nutrition**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 266–270,
2015.

YAYLALI-ABANUZ, Gülten. Heavy metal contamination of surface soil around Gebze
industrial area, Turkey. **Microchemical Journal**, [s. l.], v. 99, n. 1, p. 82–92, 2011.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO I

**TEORES DE CHUMBO NO SOLO E EM VEGETAIS CULTIVADOS EM ÁREAS
CIRCUNVIZINHAS ÀS OLARIAS EM MARAGOGIPINHO, BAHIA**

CAPÍTULO 2 -

TEORES DE CHUMBO NO SOLO E EM VEGETAIS CULTIVADOS EM ÁREAS CIRCUNVIZINHAS ÀS OLARIAS EM MARAGOGIPINHO, BAHIA

Resumo

O objetivo desta etapa do trabalho foi avaliar se a atividade ceramista desenvolvida na Vila Maragogipinho, Bahia contribui para a elevação dos teores de chumbo (Pb) no solo e nos vegetais ali cultivados; e ainda avaliar o fator de transferência de Pb do solo para os vegetais. Os vegetais foram selecionados a partir da aplicação de um questionário investigativo para identificar os vegetais mais cultivados pela população. Foram selecionados uma raiz (mandioca), um folhoso (coentro) e duas frutas (banana e mamão). As amostras de solo foram coletadas nos mesmos locais de coleta dos vegetais, sendo uma amostra de solo de 3 cm de profundidade e outra amostra de 15 cm de profundidade. As amostras passaram pela etapa de digestão ácida em forno de micro-ondas e subsequente determinação da concentração de Pb por espectrometria de absorção atômica por forno de grafite (EAAFG). O fator de transferência foi utilizado para avaliar a mobilidade do Pb entre o solo e os vegetais. Os teores medianos (min e max) do Pb no solo foram de 14,7 mg.kg⁻¹ (3,7–66,5) e 13,4 mg.kg⁻¹ (0,5–106,1) em amostras de solo de 0-3 cm e de 15-20 cm de profundidade, respectivamente. Todas as amostras de mamão e banana apresentaram concentrações de Pb abaixo do limite de detecção (LD) do método (<0,01 mg.kg⁻¹). Já as amostras de mandioca e coentro apresentaram medianas (faixa) de 0,06 mg.kg⁻¹ (0,02–0,29) e 0,22 mg.kg⁻¹ (0,06–3,02), ambas abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira. O fator de transferência (FT) foi de 0,16 nas amostras de coentro e de 0,05 nas amostras de mandioca, que embora seja uma raiz, observa-se uma menor taxa de transferência quando comparado aos folhosos avaliados. Assim, os alimentos (mandioca, banana, mamão e coentro) que são cultivados nos quintais da vila Maragogipinho em grande parte podem ser considerados como adequados para o consumo humano quanto a contaminação por Pb, porém, algumas amostras de mandioca e coentro apresentaram concentrações superiores ao limite máximo estabelecido, podendo configurar um risco para a saúde da população.

Palavras chave: chumbo, contaminação do solo; vegetais; segurança alimentar.

1. Introdução

O chumbo (Pb) é um metal pesado, considerado um contaminante onipresente no ambiente, não biodegradável, e que não desempenha nenhuma função fisiológica nos seres vivos (VIRGA; GERALDO; SANTOS, 2007). Todos os compartimentos ambientais (água, sedimentos, solo, ar) todos os seres vivo, (incluindo os humanos) podem ser contaminados com este metal (COSTA et al., 2017; FU; MA, 2013; ZHOU et al., 2016). Um dos grandes problemas associados ao Pb é a possibilidade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar, visto que uma das principais formas de exposição para a população em geral é a via gastrointestinal (MAGNA et al., 2014; SIPTER et al., 2008). Após a ingestão, o Pb é absorvido e disponibilizado na corrente sanguínea, podendo causar um amplo espectro de desfechos negativos à saúde humana. Considerado como um provável carcinógeno humano pelo IARC (Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer, da OMS) (IARC, 2006), a exposição ao chumbo causa agravos em quase todos os sistemas essenciais: sanguíneo, nervoso central e periférico, renal, sistema cardiovascular (hipertensão) e sistema reprodutivo (infertilidade masculina). Mesmo em baixos níveis de exposição, as crianças são mais vulneráveis aos efeitos tóxicos devido à imaturidade da barreira hemato-encefálica (Flora et al., 2012), assim como a transferência materno-fetal (CHENG et al., 2017). Os agravos neurológicos dependem do grau de exposição e vão de déficit cognitivo, comportamento mal adaptativo e hiperatividade, até encefalopatia e/ou morte (Lubran 1980; Haefliger et al. 2009; AAP,2016).

A ocorrência de Pb está relacionada, principalmente, à atividade antropogênica, através da mineração e fundição primária (INTAWONGSE; DEAN, 2006), ao descarte inadequado de lixo contaminado, diversas aplicações industriais como solda, pigmentos (HARMANESCU et al., 2011); utilização de fertilizantes e pesticidas (LI et al., 2008); reciclagem de baterias automotivas (CHEN et al., 2014) e produção artesanal de peças cerâmicas vitrificadas com chumbo (CRUZ; ROTHENBERG; PLACERES, 2010; DIAZ-RUIZ et al., 2017). Além desses fatores, a utilização do Pb na gasolina e também em tintas de parede no passado contribuíram para a ocorrência de níveis elevados de Pb até os dias atuais (MOHMAND et al., 2015). Assim, a contaminação por Pb pode afetar todo

o ambiente e implicar em diversos riscos à saúde da população, visto que a contaminação de solos onde são cultivados vegetais pode ser considerado um fator de risco à saúde humana devido a possibilidade de transferência de metais de solos contaminados para os vegetais e conseqüentemente para a população que consome esses alimentos contaminados por Pb e/ou outros metais tóxicos associados (SIPTER et al., 2008).

Os alimentos de origem vegetal possuem características nutricionais próprias, porém, as condições de cultivo podem exercer influência na composição mineral dos mesmos, por meio da incorporação de elementos, como o Pb, no perfil mineral quando cultivados em áreas contaminadas. A mandioca (*Manihot esculenta*), banana (*Musa spp*), mamão (*Carica papaya*) e coentro (*Eryngium antihystericum Rottler*) são vegetais ricos em minerais essenciais, compostos bioativos e fibras dietéticas, sendo os mesmos amplamente difundidos na dieta da população mundial. Dentre as características nutricionais de destaque, a mandioca é rica em carboidratos, cálcio, magnésio, potássio e cobre (MOMBO et al., 2017); a banana é rica em carboidratos, Vit C, carotenoides, potássio, flavonoides (SEPTEMBRE-MALATERRE et al., 2016); O mamão é rico em carotenoides, compostos fenólicos, Vit C e flavonoides (DA SILVA et al., 2014). O coentro é um folhoso aromático de origem no sul Ásia e amplamente empregado na culinária baiana, principalmente no preparo de moquecas e é rico em cálcio, potássio, magnésio e manganês (NADEEM; ANJUM; EL-GHORAB, 2013).

Na região do Recôncavo Baiano, Aratuípe é citada na literatura como uma área contaminadas por Pb. Em Aratuípe, especificamente na vila Maragogipinho, a economia local é voltada à produção artesanal de utensílios cerâmicos e artesanato de barro, na qual os artesãos utilizam a técnica de vitrificação, utilizando o óxido de chumbo (PbO) como fundente (PINHO NETO, 2008). Devido à ausência de treinamento, infraestrutura adequada para o processamento, os oleiros processam e descartam os resíduos da produção de maneira inadequada, conseqüentemente contaminando o ambiente (COSTA et al., 2018).

Para o processo de vitrificação, se faz necessário a obtenção do óxido de chumbo, que consiste na fusão, do chumbo metálico obtido a partir de baterias automotivas, em

fogueira a céu aberto por aproximadamente duas horas. Este óxido misturado a uma suspensão de argila em água ('lamugem') é aplicado na superfície interna dos vasilhames cerâmicos e novamente queimadas, formando um verniz que garante impermeabilização e brilho às panelas. Todas essas etapas, incluindo o descarte no ambiente das peças quebradas, contamina a região na forma de material particulado potencialmente tóxico (COSTA et al., 2017; HATJE; BARROS, 2012).

São escassos os estudos que reportam a contaminação ambiental no distrito de Maragogipinho. Assim, os objetivos desse trabalho são avaliar se a atividade ceramista dos artesãos de Maragogipinho tem impacto nos níveis de Pb no solo e nos vegetais ali cultivados; e avaliar o fator de transferência de Pb do solo para os vegetais cultivados e consumidos pela população local.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local de estudo

Maragogipinho é um distrito pertencente a cidade de Aratuípe, localizado na região do Recôncavo Baiano a 90 km de Salvador, capital do Estado via sistema de ferry-boat (Figura 1). A principal atividade econômica do local é o artesanato e peças de cerâmicas que são produzidas nas mais de 100 olarias, o que fez com que o distrito se tornasse o maior polo de produção cerâmica na América Latina (ROCHA; CURY, 2018).

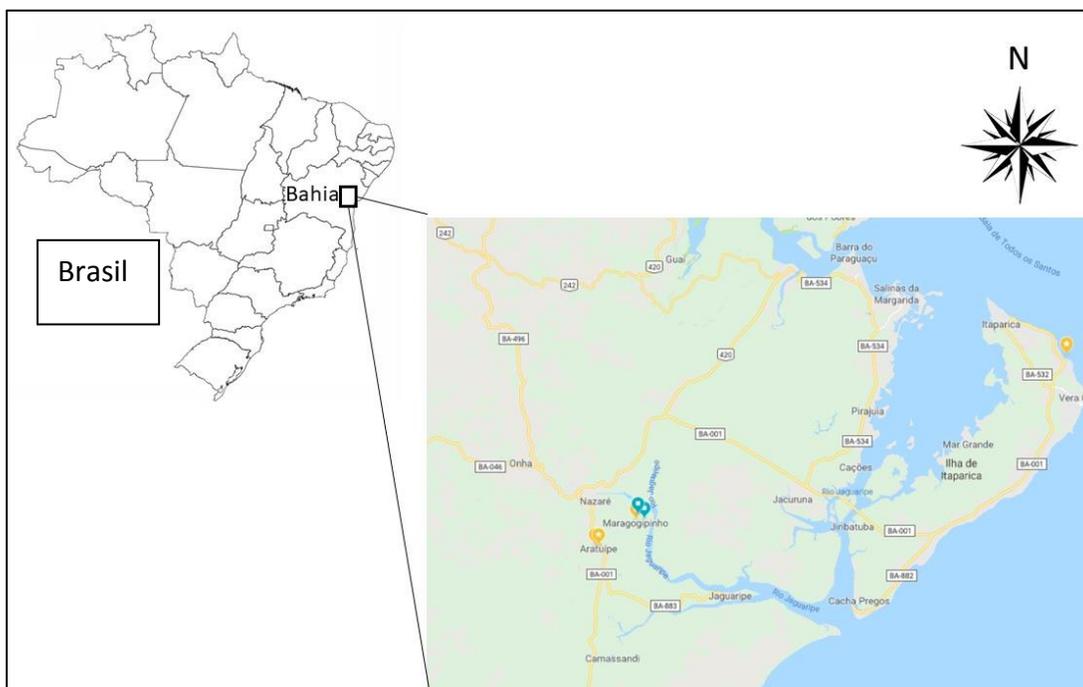


Figura 1: Mapa esquemático indicando a região de Maragogipinho, área do estudo. Indicado em azul.

2.2. Material de estudo

Com o auxílio de escavadores e colheres plásticas foram coletadas 19 amostras de solo superficial (0-3 cm de profundidade) e 44 amostras de solo com 15-20 cm de profundidade nos quintais das casas do distrito de Maragogipinho durante duas campanhas, sendo a primeira coleta em Setembro de 2017 e a segunda coleta em Março de 2018, no mesmo local onde foram coletados os vegetais cultivados. A técnica de coleta seguiu o procedimento descrito por CHEN et al., (2014) e MACEDO et al., (2016), que para a coleta das amostras, a área foi escavada com o auxílio de colheres plásticas, e a profundidade do solo aferida através da utilização de paquímetros de régua graduadas.

Inicialmente foi realizado um levantamento dos vegetais mais comumente cultivados pelas famílias de Maragogipinho pela aplicação de um questionário de cultivo. A partir do levantamento, foram selecionadas 2 frutas, 1 raiz e 1 folhoso como objeto de estudo e a partir de então foi realizada a colheita de quantidades representativas das amostras diretamente das plantas. Assim sendo, foram coletadas em toda Vila de

Maragogipinho 18 amostras de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*), 15 amostras de banana (*Musa spp*), 13 amostras de mamão (*Carica papaya*), 7 amostras de coentro (*Coriandrum sativum*). Cada ponto de coleta foi georeferenciado, registrando as coordenadas de latitude e longitude para posterior geoprocessamento, utilizando o software QGIS versão 2.18 (Free software foundation, Inc., Boston, MA, Estados Unidos). A estratégia de coletar alimentos durante duas campanhas teve o objetivo de avaliar possíveis variações sazonais dos períodos mais seco (Setembro de 2017) e o mais chuvoso (Março de 2018). Todas as amostras coletadas foram armazenadas separadamente em sacos de coleta previamente identificados e mantidas sob refrigeração durante o transporte para o Laboratório de Toxicologia (LabTox) da Universidade Federal da Bahia. As amostras de solo foram secas a temperatura ambiente e posteriormente armazenadas.

2.3. Equipamentos e Reagentes

A pesagem das amostras foi realizada em balança analítica (CP2245 Sartorius®, Alemanha). A secagem para determinação do teor de umidade ocorreu em estufa (FANEM, Mod. 320-SE, São Paulo, Brasil). A mineralização das amostras ocorreu por forno digestor assistido por micro-ondas (MARS-6, CEM® EUA). Para a determinação do teor de Pb foi utilizado o Espectrofotômetro de Absorção Atômica com Forno de Grafite (EAAFG) acoplado ao corretor de fundo por efeito Zeeman (GTA-120, Varian Inc®, California, EUA).

Para a mineralização das amostras foi utilizado ácido nítrico ultrapuro 69% (m/v) (J.T.Baker® Deventer, Holanda), ácido clorídrico ultrapuro 38% (m/v) (J.T.Baker® Deventer, Holanda) e água ultrapura com resistividade máxima de $18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}^{-1}$, obtida no sistema de tratamento Milli-Q (Millipore®, Bedford, EUA). Como modificador de matriz foi utilizado o fosfato de amônio (Merck, Darmstadt, Alemanha) e para a construção da curva de calibração, foi utilizada uma solução padrão estoque de Pb 1,0 mg/mL (Accustandard®, Connecticut, EUA).

2.4. Procedimentos Analíticos

Após secagem a temperatura ambiente, as amostras de solo foram desagregadas utilizando almofarizes e pistilos e posteriormente peneiradas em uma malha de nylon com abertura de 2 mm. Já as amostras de alimentos ao chegarem ao laboratório de toxicologia passaram por um processo de lavagem utilizando água tipo I, para a remoção de sujidades que não fossem inerentes as amostras e então foram descascadas e fracionadas em partes menores com o auxílio de facas inoxidáveis. Após a retirada das partes comestíveis, as amostras foram pesadas em placas de vidro e mantidas sob congelamento. Após descongelamento, as amostras foram transferidas para a etapa de secagem. A secagem das amostras foi realizada em estufa à 105°C até massa constante, que posteriormente foi utilizada para a determinação do teor de umidade. Subsequente ao processo de secagem, as amostras foram trituradas com o auxílio de almofariz e pistilo para então serem mineralizadas no forno digestor assistido por micro-ondas.

Foi pesado aproximadamente 0,2 g de cada amostra triturada (alimentos e solo), diretamente para o tubo de Teflon do forno digestor, seguida da adição de 5 mL de ácido nítrico ultrapuro concentrado para as amostras de alimentos e 5 mL de solução de água régia (3:1, HCl:HNO₃) para as amostras de solo. Inicialmente, as amostras permaneceram à temperatura ambiente por 15 minutos em capela de exaustão e em seguida foram submetidas à digestão assistida por micro-ondas nas seguintes condições: Potência 1030-1800W, Temperatura: 210°C, Tempo de rampa: 20:00 – 25:00 minutos, Tempo de digestão: 15:00 minutos e Resfriamento de 15 min. Concomitantemente com as amostras, materiais de referência e brancos de reagentes foram processados.

Após resfriamento, na capela de exaustão todo o mineralizado foi volumetricamente aferido com água ultrapura para 10 mL em tubos de centrifuga, de polipropileno (Corning® CentriStar™, St. Louis, MO, USA).

O mineralizado foi analisado para Pb empregando a técnica de espectrometria de absorção atômica em forno de grafite (EAAFG), no comprimento de onda de 283.3 nm e com calibradores nas concentrações de 0,5 a 20 µg/L, preparados pelo auto-amostrador do equipamento a partir de uma solução uso de Pb de 20 µg/L.

2.5. Garantia da Qualidade Analítica

Com a finalidade de assegurar a qualidade analítica, foram utilizados dois materiais de referência certificados (MRC), folhas de maçã (NIST-1515) e poeira urbana (NIST1649b) (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia, Gaithersburg, Maryland, EUA). A precisão do método foi calculada com base no coeficiente de variação de oito replicatas analisadas no mesmo aparelho pelo mesmo analista, a exatidão do método foi calculada com base na razão do resultado obtido pelo valor certificado de cada MRC. Branco de reagente (Total 21) foi processado em cada bateria de mineralização para a identificação de eventual contaminação durante o processamento das amostras. A determinação dos limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ) do método foi realizada com base na RDC 166/2017 (Brasil, 2017) de acordo com as seguintes equações:

Equações 1 e 2: Cálculo do limite de detecção (LD) e do limite de quantificação (LQ) do método

$$LD = \frac{3,3 * \sigma}{IC}$$

$$LQ = \frac{10 * \sigma}{IC}$$

Onde:

- IC é a inclinação da curva de calibração;
- σ é o desvio padrão do intercepto com o eixo Y de 4 curvas de calibração

2.6. Análises estatísticas

Para a construção do banco de dados e cálculo do teor de umidade foi utilizado o software Microsoft Excel®, para a realização de análises estatísticas foi utilizado a versão 23 do software estatístico SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A concentração de Pb presente nas amostras foi expressa em peso úmido após a incorporação do teor de umidade das amostras. Os resultados foram descritos em mediana, valores mínimos e máximos e intervalo interquartil. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para identificação de possíveis diferenças estatísticas entre os períodos de coleta com um nível de confiança de 95%.

2.7. Aspectos Éticos

Devido à aplicação de questionários de cultivo e de frequência alimentar com os participantes na pesquisa, o protocolo de pesquisa foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal da Bahia (parecer Nº 1.762.493/2016) e todos os voluntários deram aprovação assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3. Resultados e discussão

3.1. Garantia da Qualidade Analítica

Os parâmetros utilizados para garantia da qualidade da metodologia analítica para determinação do Pb em solo e em vegetais estão descritos na tabela 01.

Tabela 01: Parâmetros da garantia da qualidade dos métodos analíticos para Pb.

Parâmetros	MRC - Materiais de Referência Certificados	
	NIST 1515 (Folha de maçã)	NIST 1649b (Poeira urbana)
Valor certificado (mg.kg ⁻¹)	0,47 ± 0,024	12864 ± 62
Valor obtido (mg.kg ⁻¹)	0,44	12284
Exatidão (%)	93,6	95,5
RSDr (%)	7,7	9,9
LD (mg.kg ⁻¹)	0,01	0,03
LQ (mg.kg ⁻¹)	0,03	0,08

A precisão da metodologia empregada apresentou-se dentro da faixa de 10% preconizado pela Comissão Europeia (2012). A exatidão também foi considerada adequada, visto que as concentrações dos MRC mensuradas não excederam a faixa de 10% também preconizada pela mesma organização. A sensibilidade do método foi

considerada adequada devido ao LD ser inferior a 10% do limite máximo de Pb preconizado para alimentos (Brasil, 2013).

3.2. Pb no Solo Superficial (0-3cm)

A mediana das concentrações de Pb no solo, intervalo interquartil, mínimos e máximos estão expressos na tabela 2.

Solo	N	Mediana	Min	Max
Período superficial	19	14,7	3,7	66,57

Nas 19 amostras de solo superficial, de 3 cm de profundidade coletadas durante no período mais chuvoso, o teor mediano foi de 14,7 mg.kg⁻¹, variando de 3,7 a 66,57 mg.kg⁻¹. Este valor pode ser considerado como baixo quando comparado ao estudo realizado na região de Santo Amaro, Bahia onde a concentração mediana de Pb em solos residenciais foi de 77 mg.kg⁻¹ (CARVALHO; TAVARES; LINS, 2018) e também a um estudo realizado na Turquia, onde foi avaliada a concentração de Pb em amostras de solo em áreas industriais, e encontrada uma concentração média de 60,1 mg.kg⁻¹ (YAYLALI-ABANUZ, 2011). Além dos estudos citados anteriormente, a agência de proteção ambiental (USEPA) dos Estados Unidos, considera seguro uma concentração de até 400 mg.kg⁻¹ em amostras de solo residencial superficial (USEPA, 2001). Em contraste, o fato das amostras de solo terem sido coletadas em quintais onde se cultiva vegetais e muito próximo ao local de cultivo, essas amostras passam periodicamente pelo processo de escavação e homogeneização do solo durante o período de plantio e talvez por isso não reflita teores elevados de Pb por suposta deposição de poeira.

3.3. Pb no Solo Superficial (15-20cm)

A mediana das concentrações de Pb no solo, intervalo interquartil, mínimos e máximos estão expressos na tabela 2.

Tabela 2. Concentração de Pb (mg.kg⁻¹) em amostras de solo (15-20 cm).

Solo	N	Mediana	IIQ	Min	Max
Período seco	24	15,44	22,36	0,47	106,14
Período chuvoso	20	12,17	36,94	2,47	82,84
Total	44	13,35	29,75	0,47	106,14

Foram analisadas 44 amostras de solo com a concentração de Pb variando entre 0,47 mg.kg⁻¹ e 106,14 mg.kg⁻¹ com uma mediana de 13,35 mg.kg⁻¹. A mediana da concentração das amostras coletadas durante o período seco foi de 15,44 mg.kg⁻¹ variando entre 0,47 mg.kg⁻¹ e 106,14 mg.kg⁻¹; já as amostras provenientes do período chuvoso apresentaram uma mediana de 12,17 mg.kg⁻¹, com as concentrações variando entre 2,47 mg.kg⁻¹ e 82,84 mg.kg⁻¹. Não foi observada diferença significativa entre os teores de Pb no solo profundo coletados nas duas estações do ano (Mann Whitney, p=0,925). Quando comparado ao limite máximo de 400 mg.kg⁻¹ que é preconizado pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos, todas as amostras estão de acordo com o máximo permitido (USEPA, 2001), porém, as amostras de solo coletadas na pesquisa foram isentas da camada de solo superficial (3 cm) para remoção de possíveis partículas oriundas da deposição de poeira e então pudesse ser avaliado o fator de transferência de Pb do solo para os vegetais. Em estudo similar, foi avaliado a concentração de Pb no solo de jardins residenciais na Itália que encontrou concentrações médias de 65 mg.kg⁻¹, 64 mg.kg⁻¹ e 90 mg.kg⁻¹ de Pb em três regiões distintas na província de Brescia, na Itália (FERRI et al., 2015).

A Figura 2 representa uma análise espacial (mapa de calor) com os pontos de coleta das amostras de solo, onde as áreas em vermelho mais intenso representam maiores concentrações de Pb quando comparadas com as áreas mais claras, de acordo com a escala de concentração apresentada na figura.

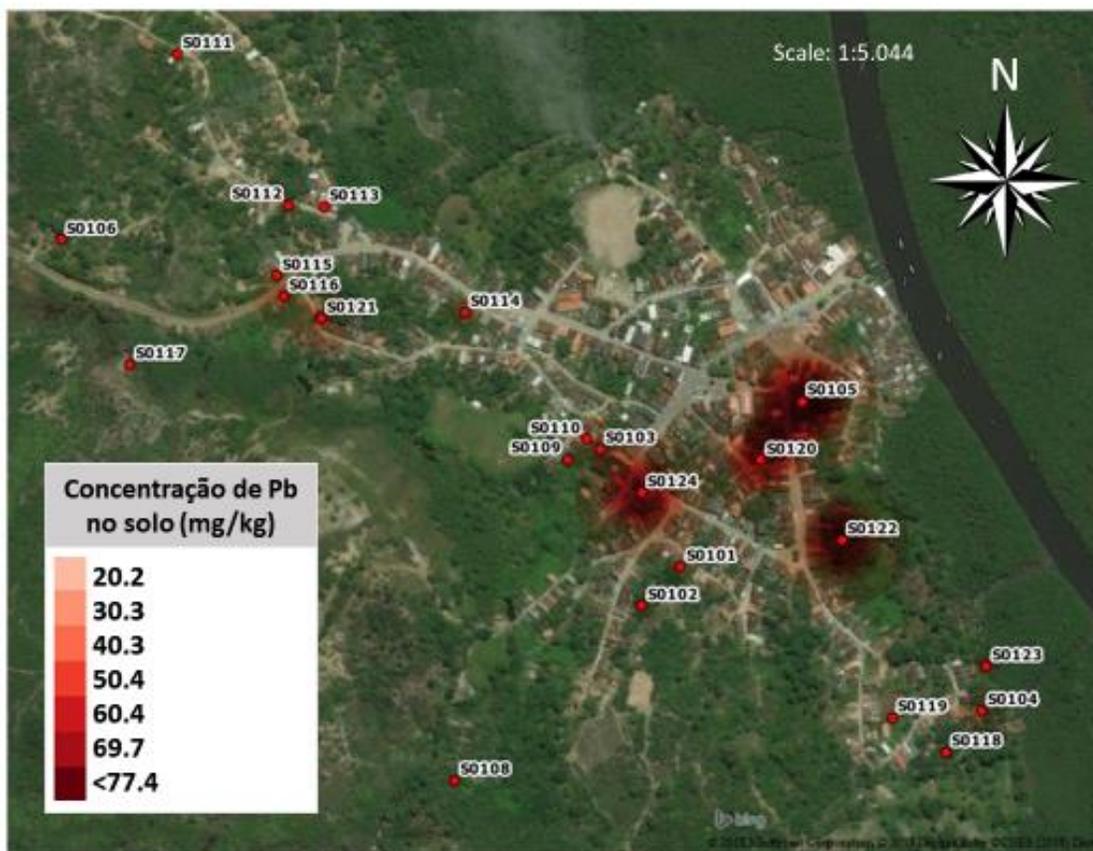


Figura 2. Mapa de calor indicando os pontos de coleta e a concentração de Pb nas amostras de solo (15-20cm).

Mesmo utilizando amostras de solo mais profundo, a análise espacial permite identificar que as amostras com as maiores concentrações de Pb estão justamente próximas a área da vila onde estão concentradas as olarias. É possível identificar também um aumento na concentração de Pb próximo aos pontos S0115, S0116 e S0121, que também são próximos a uma olaria que foi reportado o uso do PbO no processo de vitrificação de peças cerâmicas.

3.4. Pb nos Vegetais

A mediana das concentrações de Pb nos vegetais cultivados localmente e intervalo interquartil, mínimos e máximos estão descritos na tabela 3. A concentração mediana de Pb nas amostras de banana e mamão ficou abaixo do LD (<0,01 mg.kg⁻¹). Nas amostras de mandioca, a mediana foi de 0,06 mg.kg⁻¹ com o teor de Pb variando entre 0,02 e 0,29 mg.kg⁻¹. Apesar do limite máximo estabelecido pelas agências

regulatórias ser de 0,1 mg.kg⁻¹ e maior que a mediana dos valores observados, diversas amostras tiveram teores de Pb acima do limite máximo estabelecido pela legislação, o que pode representar um perigo a saúde da população, principalmente pelo fato de que a mandioca é amplamente consumida pela população (Brasil, 2013; Comissão Europeia, 2006) e mesmo em baixos níveis de exposição, o Pb pode causar distúrbios neurológicos como o déficit cognitivo em crianças (MENEZES-FILHO et al., 2018).

Mesmo com a mediana próxima ao limite máximo permitido por legislação, as concentrações de Pb nas amostras de mandioca foram baixas quando comparado com amostras em estudos realizados em outros sítios de contaminação ambiental como Santo Amaro (16,8 mg.kg⁻¹) e na Zâmbia 0,14 mg.kg⁻¹ (BORTEY-SAM et al., 2015; MAGNA et al., 2013).

As amostras de coentro tiveram concentrações de Pb que variaram entre 0,06 mg.kg⁻¹ e 3,02 mg.kg⁻¹ com uma mediana de 0,22 mg.kg⁻¹, o que está de acordo tanto com a RDC nº 42/2013 quanto com o Regulamento nº 1881/2006 da comissão europeia, que estabelecem um limite máximo de Pb de 0,3 mg.kg⁻¹ (Brasil, 2013; Comissão europeia, 2006). Assim como relatado para as amostras de mandioca, algumas amostras de coentro tiveram níveis de Pb acima do limite máximo permitido por legislação, configurando assim um risco para pessoas que realizam o consumo de maneira frequente. A contaminação do coentro em níveis superiores quando comparados a outros vegetais é relatado na literatura (GUERRA et al., 2012; PAN; WU; JIANG, 2016). Esse fato pode ser devido a contaminação por água de irrigação em contato direto com as folhas e também pela deposição de poeira além da absorção do Pb presente no solo.

Tabela 03: Concentração de Pb (mg.kg⁻¹) nas amostras de alimentos

Vegetal	N	Mediana	IIQ	Min	Max
Mandioca	18	0,06	0,9	0,02	0,29
Banana	15	<LD	-	-	-
Coentro	7	0,22	0,73	0,06	3,02
Mamão	13	<LD	-	-	-

IIQ – Intervalo interquartil

As figuras 3 e 4 ilustram a análise espacial (mapa de calor) com os pontos de coleta de amostras de mandioca e coentro respectivamente, onde as áreas em vermelho mais intenso representam uma concentração maior de Pb quando comparadas às demais de acordo com a escala de concentração apresentada na figura.

Figura 3. Mapa de calor indicando os pontos de coleta de mandioca e a concentração de Pb

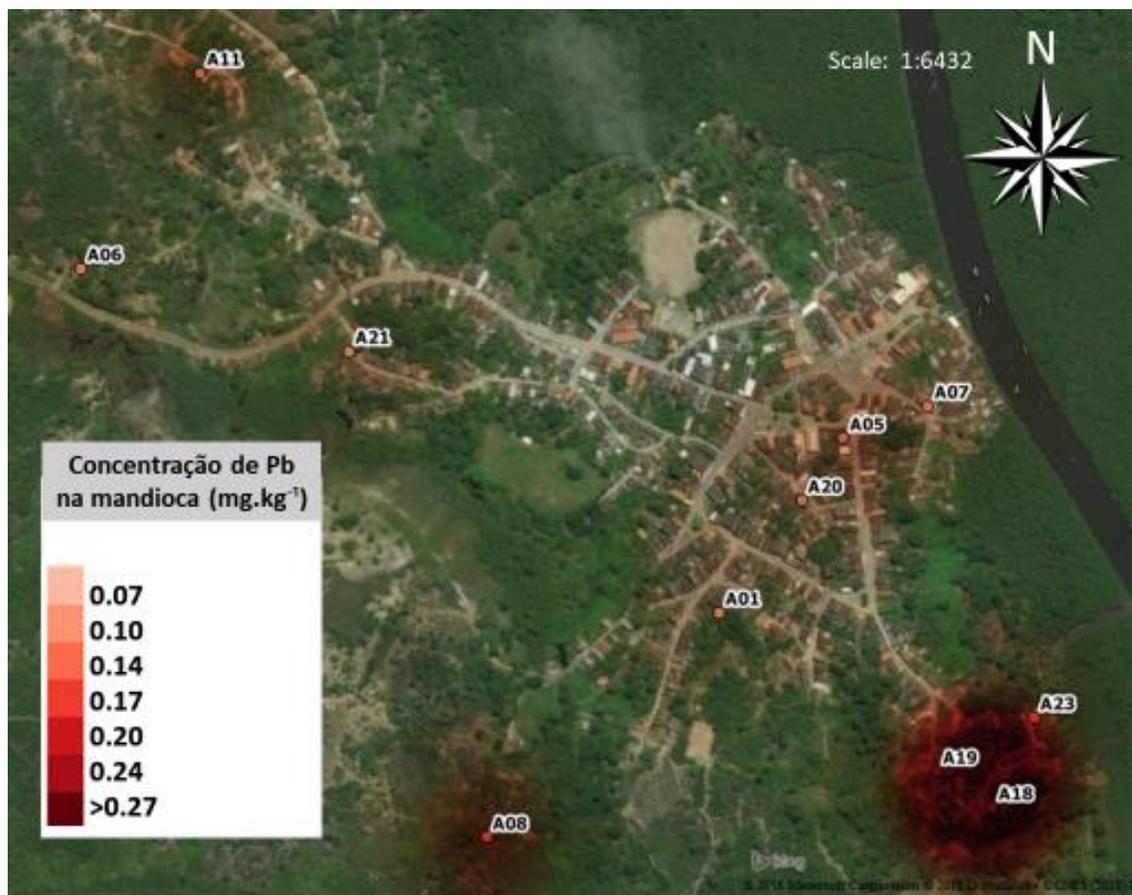




Figura 4. Mapa de calor indicando os pontos de coleta de coentro e a concentração de Pb

Com relação as duas coletas realizadas, a Tabela 04 ilustra a concentração de Pb nas amostras de alimentos separado por período de coleta. As amostras de mandioca oriundas da primeira coleta (Período seco) tiveram uma mediana de $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$, já as amostras de coentro tiveram uma mediana de $0,41 \text{ mg.kg}^{-1}$. Já as amostras provenientes da segunda coleta (período chuvoso) apresentaram uma mediana de $0,07 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,16 \text{ mg.kg}^{-1}$ para mandioca e coentro respectivamente. Apesar de coletados em períodos distintos, com condições climáticas diferentes, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as duas coletas de mandioca ($p>0,05$). Devido a indisponibilidade de coentro nos quintais das residências durante a segunda coleta, apenas 01 amostra foi coletada, portanto não foi possível realizar inferências estatísticas.

Tabela 4. Concentração de Pb (mg.kg⁻¹) em alimentos por data de coleta

Vegetal		n	Mediana	IIQ	Min	Max
Mandioca	PS	10	0,05	0,11	0,02	0,29
	PC	8	0,07	0,08	0,04	0,14
Coentro	PS	6	0,41	1,29	0,06	3,02
	PC	1	0,16	-	-	-
Banana	PS	9	<LD	-	-	-
	PC	6	<LD	-	-	-
Mamão	PS	7	<LD	-	-	-
	PC	6	<LD	-	-	-

PS- Período seco

PC – Período chuvoso

3.5. Fator de transferência

A partir da incorporação de metais pelos vegetais quando cultivados em áreas contaminadas, os alimentos configuram uma importante fonte de exposição a metais pesados, dentre eles o Pb, sendo o fator de transferência (FT) uma das formas de se avaliar a mobilidade/transferência de metais do solo para plantas e é determinado por Mirecki (2015) a partir da seguinte expressão matemática:

$$FT = \frac{C_{planta}}{C_{solo}}$$

Onde C_{planta} é a concentração do metal no vegetal (massa seca) e o C_{solo} é a concentração do metal no solo onde o vegetal foi cultivado. Quanto maior for o valor do FT maior é a disponibilidade do metal na planta (INTAWONGSE & DEAN 2006).

A Tabela 5 apresenta o fator de transferência de Pb do solo para as amostras de alimento.

Tabela 5. Fator de transferência de Pb do solo para os vegetais

Vegetal	FT
Coentro	0,16
Mandioca	0,05

O fator de transferência nos vegetais cultivados no solo local foi de 0,16 e 0,05 para o coentro e mandioca, respectivamente. O Pb é considerado como um metal que possui um baixo FT, quando comparado a outros metais como o Cobre, cádmio, níquel, zinco e manganês (INTAWONGSE; DEAN, 2006a; ISLAM; AHMED; HABIBULLAH-AL-MAMUN, 2014). As características do solo onde são cultivados os vegetais também podem influenciar no fator de transferência de metais. Características essas como o pH, a concentração de matéria orgânica presente no solo, teor de argila e a textura do solo; O Pb é um metal de baixa mobilidade, devido a uma maior facilidade de se ligar a matéria orgânica presente no solo, ficando pouco disponível para ser absorvido pelas plantas (INTAWONGSE; DEAN, 2006). As partes da planta (sementes, raízes, folhas e frutos) também podem influenciar na transferência de metais, sendo as raízes e as folhas os locais de maior absorção de Pb quando comparado aos frutos e sementes, que possuem a casca como uma camada de revestimento justamente para evitar a absorção de metais como o Pb. (MIRECKI et al., 2015). Além de apresentar uma maior absorção de Pb do solo, os folhosos sofrem influência da contaminação atmosférica (deposição de poeira). (MIRECKI et al., 2015). O que corrobora os resultados apresentados, em que é possível observar um FT de aproximadamente 3 vezes maior para o coentro.

4. Conclusão

Nos vegetais avaliados, apesar da concentração mediana de Pb ter sido inferior ao limite máximo permitido pela legislação brasileira, algumas amostras apresentaram concentrações acima desse limite, o que implica em risco para as pessoas que consomem esses alimentos, principalmente se for levado em consideração o alto consumo de mandioca pela população local. As amostras de solo, também apresentaram

concentrações inferiores ao limite máximo recomendado pela EPA-USA, assim, é necessário que novas pesquisas sejam desenvolvidas buscando caracterizar e elucidar uma possível contaminação ambiental presente na região e propor medidas que visem reduzir a exposição a esse metal tóxico e os possíveis riscos à saúde da população.

5. Conflitos de Interesse

Os autores declaram que não existe nenhum conflito de interesse

6. Agradecimentos

Agradecimento especial a todos os habitantes do distrito de Maragogipinho que direta e indiretamente abriram as portas para a realização do estudo. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos no mestrado, ao programa de Ciência de Alimentos (PgAli) e aos membros do Laboratório de Toxicologia (LabTox) pelo suporte durante o período de coleta e análise das amostras.

7. Referências

AAP. American Academy of Pediatrics. 2016. Prevention of Childhood Lead Toxicity. Council on Environmental Health. **Pediatrics** Jul;138(1).

BORTEY-SAM, Nesta et al. Accumulation of heavy metals and metalloid in foodstuffs from agricultural soils around Tarkwa area in Ghana, and associated human health risks. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 8811–8827, 2015.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos**. RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013

BRASIL ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para validação de métodos analíticos**. RDC Nº 166, 24/07/2017 ., 2017.

CARVALHO, Fernando M.; TAVARES, Tania M.; LINS, Liliane. Soil Contamination by a Lead Smelter in Brazil in the View of the Local Residents. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 15, p. 1–15, 2018.

CHEN, Pau Chung; PAN, I. Jen; WANG, Jung Der. Parental exposure to lead and small for gestational age births. **American Journal of Industrial Medicine**, [s. l.], v. 49, n. 6, p. 417–422, 2006.

CHENG, Lu et al. Fetal exposure to lead during pregnancy and the risk of preterm and early-term deliveries. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, [s. l.], v. 220, n. 6, p. 984–989, 2017.

COSTA, Renata G. et al. Lead and cadmium in mangrove root crab (*Goniopsis cruentata*), in natura and at food processing stages. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 216–221, 2017.

COSTA, Renata Guerreiro et al. Lead in mangrove root crab (*Goniopsis cruentata*) and risk assessment due to exposure for estuarine villagers. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, [s. l.], v. 00, n. 00, p. 1–9, 2018.

CRUZ, Maria Isabel Azcona; ROTHENBERG, Stephen J.; PLACERES, Manuel Romero. Lead-Glazed Ceramic Ware and Blood Lead Levels of Children in the City of Oaxaca , Mexico. **Archives of environmental Health**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 217–222, 2010.

DA SILVA, Larissa Morais Ribeiro et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 143, p. 398–404, 2014.

DE ANDRADE LIMA, L. R. P.; BERNARDEZ, L. A. Characterization of the lead smelter slag in Santo Amaro, Bahia, Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 189, n. 3, p. 692–699, 2011.

DIAZ-RUIZ, Araceli et al. Glazed clay pottery and lead exposure in Mexico: Current experimental evidence. **Nutritional Neuroscience**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 513–518, 2017.

European Commission. 2002. Commission decision 657/2002: implementing council directive 96/23/EC concerning performance of analytical methods and the interpretation of result. **Official Journal of the European Communities**. 221:8–36.

FERRI, Roberta et al. Metal contamination of home garden soils and cultivated vegetables in the province of Brescia, Italy: Implications for human exposure. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 518–519, p. 507–517, 2015.

FLORA, Gagan; GUPTA, Deepesh; TIWARI, Archana. Toxicity of lead: A review with recent updates. **Interdisciplinary Toxicology**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 47–58, 2012.

FU, Wanjun; MA, Guilin. The Characters and Health Risk Assessment of Vegetable Pb in Jilin Suburb. **Procedia Environmental Sciences**, [s. l.], v. 18, p. 221–226, 2013.

GUERRA, Fernando et al. Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 69, n. 1, p. 54–60, 2012.

HAEFLIGER, Pascal et al. Mass Lead Intoxication from Informal Used Lead-Acid Battery Recycling in Dakar, Senegal. **Environmental Health Perspectives**. [s. l.], v. 117, n. 10, p. 1535–1540, 2009.

HARMANESCU, Monica et al. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. **Chemistry Central Journal**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 64, 2011.

HATJE, Vanessa; BARROS, Francisco. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 64, n. 11, p. 2603–2614, 2012.

IARC. Inorganic and organic lead compounds. [s.l: s.n.]. v. 87. 2006

INTAWONGSE, Marisa; DEAN, John R. Uptake of heavy metals by vegetable plants grown on contaminated soil and their bioavailability in the human gastrointestinal tract. **Food additives and contaminants**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 36–48, 2006.

ISLAM, Md Saiful; AHMED, Md Kawser; HABIBULLAH-AL-MAMUN, Md. Trace metals in soil and vegetables and associated health risk assessment. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 186, n. 1, p. 8727–8739, 2014.

LI, Yu et al. Heavy metal contamination and source in arid agricultural soil in central Gansu Province, China. **Journal of Environmental Sciences**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 607–612, 2008.

LUBRAN, Michael M. Lead Toxicity and Heme Biosynthesis. **clinical and laboratory Science**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 402–413, 1980.

MACEDO, Kelly et al. Toxic Elements and Microbiological Content of Food: Evidence from a Case Study in a Brazilian City Heavily Contaminated by Lead and Cadmium. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, [s. l.], v. 00, n. 00, p. 1–9, 2016.

MACHADO, Sandro et al. A study of the routes of contamination by lead and cadmium in Santo Amaro, Brazil. **Environmental technology**, [s. l.], v. 34, n. 5–8, p. 559–71, 2012.

MAGNA, G. A. M. .. et al. Avaliação da exposição ao Pb e Cd em crianças de 0 a 17 anos por consumo de alimentos vegetais cultivados em Santo Amaro (BA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 19, p. 3–12, 2014.

MAGNA, Gustavo Alonso Muñoz et al. Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-Bahia. **Química Nova**, [s. l.], v. 36, n. 7, p. 989–997, 2013.

MENEZES-FILHO, José et al. Environmental Co-Exposure to Lead and Manganese and Intellectual Deficit in School-Aged Children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 2418, 2018.

MIRECKI, Natasa et al. Transfer Factor As Indicator of heavy metals content in plants. **Fresenius Environmental Bulletin**, [s. l.], v. 24, n. December, p. 4212–4219, 2015.

MOHMAND, Jawad et al. Chemosphere Human exposure to toxic metals via contaminated dust : Bio-accumulation trends and their potential risk estimation. **CHEMOSPHERE**, [s. l.], v. 132, p. 142–151, 2015.

MOMBO, S. et al. A socio-scientific analysis of the environmental and health benefits as well as potential risks of cassava production and consumption. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], p. 5207–5221, 2017.

NADEEM, Muhammad; ANJUM, Faqir Muhammad; EL-GHORAB, Ahmed. Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L .) A review. **British Food Journal**, [s. l.], v. 115, n. 5, p. 743–755, 2013.

PINHO NETO, Arthur Duarte. Maragogipinho E a Relação Com a Degradação Ambiental : Perspectivas E Sustentabilidade. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal da Bahia, [s. l.], 2008.

PAN, Xiao Dong; WU, Ping Gu; JIANG, Xian Gen. Levels and potential health risk of heavy metals in marketed vegetables in Zhejiang, China. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 6, n. June 2015, p. 1–7, 2016.

ROCHA, Angela Machado; CURY, Rafael de Lima Mansur. Maragogipinho: Indicação geográfica em defesa do artesanato local e seu desenvolvimento. **Propriedade intelectual e gestão de tecnologias**. [s.l: s.n.]. p. 103–111.

SEPTEMBRE-MALATERRE, Axelle et al. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana , litchi , mango , papaya , passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. [s. l.], v. 212, p. 225–233, 2016.

SIPTER, Emese et al. Site-specific risk assessment in contaminated vegetable gardens. **Chemosphere**, [s. l.], v. 71, n. 7, p. 1301–1307, 2008.

US EPA, 2001. Lead; Identification of Dangerous Levels of Lead. Disponível em: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2001-01-05/pdf/01-84.pdf>. Acessado: 20 de janeiro de 2019.

VIRGA, Helena Pitta; GERALDO, Luiz Paulo; SANTOS, Fabiana Henrique. Assessment of heavy metal contamination in blue crab specimens. **Revista de Ciencia e tecnologia de alimentos**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 779–785, 2007.

YAYLALI-ABANUZ, Gülten. Heavy metal contamination of surface soil around Gebze industrial area, Turkey. **Microchemical Journal**, [s. l.], v. 99, n. 1, p. 82–92, 2011.

ZHOU, Hang et al. Accumulation of heavy metals in vegetable species planted in contaminated soils and the health risk assessment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 13, n. 3, 2016.

CAPÍTULO 3 – ARTIGO II

**AVALIAÇÃO DE RISCO DO CONSUMO DE VEGETAIS CULTIVADOS EM REGIÃO
PRODUTORA DE CERÂMICA VITRIFICADA COM CHUMBO**

CAPÍTULO 3 –

AValiação DE RISCO DO CONSUMO DE VEGETAIS CULTIVADOS EM REGIÃO PRODUTORA DE CERÂMICA VITRIFICADA COM CHUMBO

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a ingestão diária estimada de vegetais cultivados e consumidos pela comunidade de uma região produtora de cerâmica vitrificada com óxido de chumbo (PbO), e de posse do conhecimento dos níveis de Pb nesses vegetais, proceder uma avaliação de risco não carcinogênico a saúde humana decorrente da ingestão diária de Pb. A população do estudo foi uma amostra de conveniência dos residentes da vila Maragogipinho, distrito de Aratuípe, Brasil, polo produtor de utensílios e artesanatos cerâmicos. A avaliação da ingestão dos vegetais foi realizada com base na aplicação de questionários de frequência alimentar (QFA), tendo os teores de Pb nos vegetais sido realizada por espectrometria de absorção atômica por forno de grafite (EAAFG). Com base no consumo estimado para a população e na concentração de Pb nos vegetais foi calculado o quociente de risco (QR) em 3 diferentes cenários: crianças, adultos e população de referência. De acordo com o inquérito de cultivo, os vegetais mais comumente consumidos pela comunidade foram mandioca, banana, mamão e coentro, com uma ingestão diária de mandioca de 24 g (7-257) e 54 g (13-450) para crianças e adultos, respectivamente. A ingestão diária de banana foi de 56 g (8,7-501,4) e 21 g (65-279) para crianças e adultos, respectivamente. Já a ingestão de mamão foi de 36 g (10-85) para crianças. Não foi reportado o consumo de mamão pelos adultos. A mediana da concentração de Pb nas amostras de mandioca e coentro foi de 0,06 mg.kg⁻¹ (0,02–0,29) e 0,22 mg.kg⁻¹ (0,06–3,02) respectivamente. As amostras de mamão e banana apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção (LD) da metodologia empregada. O QR associado ao consumo de mandioca foi de 0,0010 para a população de referência ; 0,0033 para as crianças e 0,0025 para a população adulta do estudo, classificando-se como negligenciável/insignificante para os três cenários avaliados. Embora exista o histórico de uso do Pb na região das olarias e contaminação do ambiente local, os teores de Pb observados nos alimentos são considerados aceitáveis quando comparados a legislação vigente e não apresenta risco a saúde da população local.

Palavras chave: chumbo; segurança alimentar; avaliação de risco; mandioca.

1. Introdução

O chumbo (Pb) é um metal pesado, tóxico, onipresente no ambiente resultante principalmente de atividades antropogênicas, e uma das principais vias de exposição da população geral ao Pb é através da dieta (HARMANESCU et al., 2011; ZHENG et al., 2007). Outras fontes de exposição são atividades mineradoras e industriais, além da vitrificação de cerâmicas (COSTA et al., 2017; DIAZ-RUIZ et al., 2017; YAYLALI-ABANUZ, 2011), descarte inadequado de lixo eletrônico potencialmente contaminado (LUO et al., 2011), queima de lixo doméstico (SHAHEEN et al., 2016) e etc. Além das atuais fontes de exposição, é importante levar em consideração a utilização do Pb no passado, quando o mesmo era empregado em tintas e também como aditivo na gasolina, o que de certa forma contribuiu com o aumento da contaminação ambiental.

A presença de Pb no ambiente fez aumentar a preocupação relacionada à segurança alimentar, visto que alimentos cultivados em áreas contaminadas por Pb podem absorver este metal através da água de irrigação ou do solo de cultivo (SIPTER et al., 2008). A partir da contaminação dos alimentos, o consumo desses produtos pode desencadear diversos efeitos adversos à saúde humana (PAN; WU; JIANG, 2016). Para avaliar o risco proveniente do consumo de alimentos específicos, grupos alimentares ou da dieta da população de maneira geral, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (US EPA) estabeleceu o quociente de risco (QR) não carcinogênico associado à ingestão de contaminantes, como o Pb. Esse conceito inclui uma avaliação do risco (não carcinogênico) associado ao contaminante de interesse com base na dose de referência oral (RfD, da sigla em inglês, *reference dose*) como um limite máximo permitido para o consumo durante toda a vida de maneira segura.

Apesar de todas as faixas etárias da população apresentarem efeitos deletérios associados a exposição ao Pb, a população infantil é considerado como um grupo de maior risco relacionado a exposição ao Pb devido a fatores como o hábito de frequentemente colocar objetos a boca; aumento nas taxas de absorção de Pb pelo sistema digestivo quando comparadas aos adultos e também a imaturidade do sistema nervoso (SN) ainda em desenvolvimento, tornando-as mais vulneráveis à exposição ao

Pb (LUO et al., 2012; MENEZES-FILHO et al., 2018; TONG; VON SCHIRNDING; PRAPAMONTOL, 2000)

Dentre os desfechos associados a exposição ao Pb, é importante destacar os efeitos neurológicos como dificuldade de aprendizagem, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), aumento de comportamento agressivo, encefalopatia dentre outros (AAP, 2016; Flora et al. 2012). Considerado que não existem níveis seguros de ingestão de Pb, tão pouco níveis de Pb no sangue (plumbemia) seguros, a exposição ao Pb é considerada um problema de saúde pública devido aos efeitos associados a essa exposição (TONG; VON SCHIRNDING; PRAPAMONTOL, 2000).

Na vila de Maragogipinho, distrito pertencente ao município de Aratuípe, Bahia, a atividade ceramista é a principal atividade econômica da vila, onde os artesãos produzem peças de cerâmica vitrificadas com óxido de chumbo (PbO). Durante a produção, não existe nenhum controle relacionado a utilização do Pb, e o mesmo é processado a céu aberto, contaminando toda a região circunvizinha. Além do processamento (queima do Pb), rejeitos de produção são descartados no ambiente, o que também contribuem para a contaminação de toda a vila (PINHO NETO, 2008).

Assim, o objetivo desse trabalho é estimar o consumo dos vegetais cultivados pela comunidade ceramista e avaliar o risco não carcinogênico à saúde decorrente da exposição ao Pb por via dietética.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local de estudo

Maragogipinho é uma vila pertencente ao município de Aratuípe na região do recôncavo baiano localizado a 96 km de Salvador, a capital do estado (figura 1). Essa região foi escolhida devido a contaminação ambiental presente nessa vila ocasionada pela atividade ceramista com utilização do Pb conforme reportada na literatura (COSTA et al., 2017, 2018; PINHO NETO, 2008)

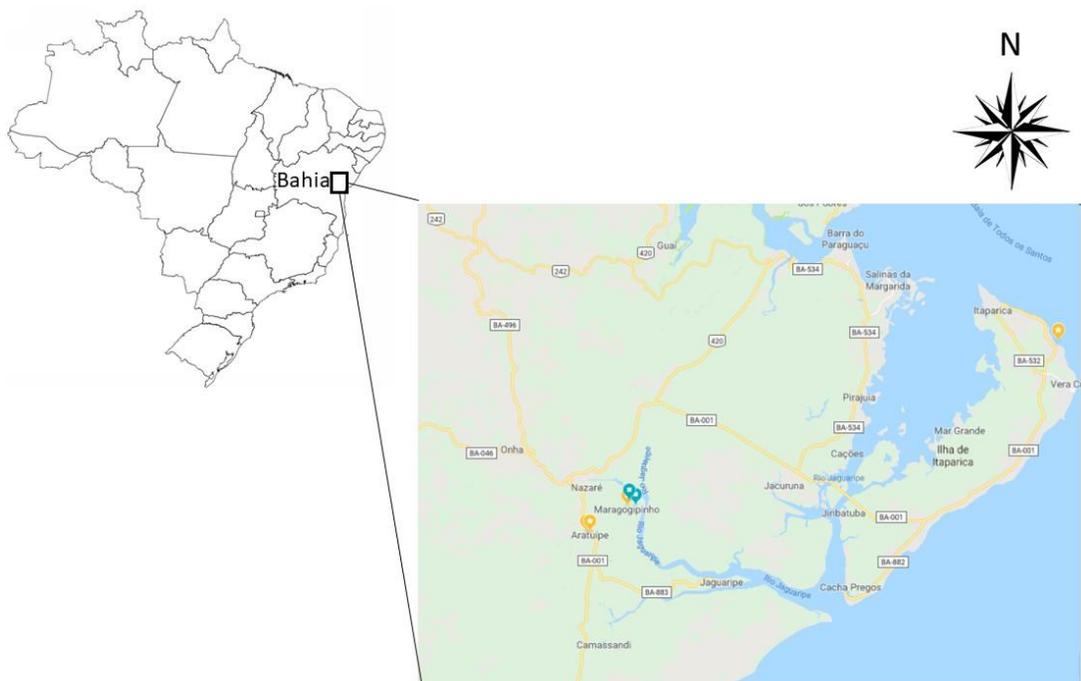


Figura 1. Mapa esquemático indicando a região de estudo (marcadores azuis), Vila Maragogipinho, Bahia, Brasil.

2.2. População de estudo

A vila tem aproximadamente uma população de 3000 habitantes, sendo que Aratuípe possui uma população de 8599 habitantes (IBGE, 2010). Com a atividade ceramista e pesca como principais atividades econômicas, somente cerca de 4,1% da população possui vínculo formal de emprego, com rendimento médio de 1,5 salário mínimo por trabalhador. Em 2010 o Índice de desenvolvimento humano do município foi de 0,575 (IBGE, 2010). Foram incluídas na pesquisa crianças residentes em Maragogipinho e matriculadas em escolas municipais, e seus pais ou responsáveis. Destes, 72 aceitaram participar do estudo, assinando o TCLE e responderam aos questionários de frequência alimentar sobre si e seus filhos, realizaram avaliação antropométrica (peso e altura) e também disponibilizaram amostras de vegetais cultivados nos quintais de suas casas.

2.3. Inquéritos alimentares

O consumo dos vegetais foi estimado a partir de uma entrevista semiestruturada com aplicação de um Questionário de Frequência Alimentar (QFA) validado para a população em estudo. Esse instrumento é composto por 92 itens de acordo com os alimentos e hábitos regionais para aquela população. Para facilitar o entendimento das medidas caseiras, imagens representando as medidas foram apresentadas durante as entrevistas.

A frequência de consumo informada nos QFAs foi convertida em frequência diária conforme sugere (COELHO et al., 2015). Já a conversão das medidas caseiras para gramas foi realizada de acordo com o proposto pela tabela de avaliação do consumo alimentar em medidas caseiras (PINHEIRO, 2004).

2.4. Coleta dos vegetais

Questionários de cultivo foram aplicados para a população em estudo para um levantamento dos vegetais mais frequentemente cultivados pela aquela população. Em seguida foram selecionadas duas frutas, uma raiz e um vegetal folhoso de maior cultivo pela comunidade. Foram realizadas duas campanhas de coleta no período de Setembro de 2017 e Março de 2018, totalizando 53 amostras de vegetais: 18 amostras de mandioca (*Manihot esculenta*), 15 amostras de banana (*Musa spp*), 13 amostras de mamão (*Carica papaya*) e 7 amostras de coentro (*Coriandrum sativum*).

As informações detalhadas a respeito da coleta dos vegetais, processamento das amostras e método analítico estão descritas no Capítulo 2 desta Dissertação.

2.5. Avaliação do risco no consumo de vegetais

A avaliação de risco proposta pelo estudo é baseada em possíveis efeitos adversos à saúde (não carcinogênicos) humana devido a exposição ao Pb proveniente do consumo dos vegetais (mandioca, mamão e banana e coentro) cultivados na região de Maragogipinho pelo cálculo do quociente de risco (QR) (equação 3).

Equação 3: Quociente de risco (não carcinogênico) associado ao consumo de alimentos

$$QR = \frac{Ef \times ED \times C \times FIR}{Rfd \times WAB \times TA} \times 10^{-3}$$

Onde:

Ef é a frequência da exposição (dias/ano)

ED é duração da exposição (anos)

FIR é a ingestão média diária por pessoa (g/dia)

C é a concentração do metal no vegetal(mg.kg⁻¹)

Wab é o peso corporal (kg)

TA é o tempo médio de exposição a substancias não carcinogênicas (365 x Idade)

Rfd é a dose de referência oral (mg.kg⁻¹/dia).

Para avaliar o risco decorrente da ingestão de Pb pelo consumo de vegetais contaminados, foram considerados três cenários distintos: Cenário 1 (C1), onde os dados utilizados para a determinação do QR foram estimados, de acordo com a metodologia usual da US EPA (2013) para uma população padrão. Já a construção dos cenários 2 e 3 foram baseados nos dados coletados diretamente com a população do estudo. Sendo C2 referente à população infantil e C3 utilizando os dados para a população adulta. A frequência de exposição (EF) considerada para o C1 foi de 365 dias/ano. Já nos cenários 2 e 3 foi considerado os valores obtidos com base na aplicação dos QFA. Assim como a EF, a duração da exposição (ED) considerada para o C1 foi considerada a expectativa de vida da população geral (70 anos), já para os C2 e C3 foi considerado a idade de cada voluntário. A ingestão diária média per capita utilizada para o C1 foi a média de ingestão da população brasileira e para os C2 e C3 foi calculado com base nos dados dos QFAs. A concentração de Pb foi considerada a mesma em todos os cenários. O peso corporal (WAB) considerado para o C1 foi a média de peso da população (70 kg) e nos C2 e C3 foi considerado o peso aferido de cada voluntário do estudo.

Caso a razão entre estimativa de exposição ao Pb em decorrência do consumo dos vegetais seja maior do que a dose de referência oral (RfD) do contaminante ($QR > 1$), a população em estudo apresentará o risco de toxicidade sistêmica (não carcinogênico) devido ao consumo desses vegetais ao longo da vida.

2.6. Análises estatísticas

Para a construção do banco de dados, e levantamento dos dados referentes a ingestão dos alimentos foi utilizado o software Microsoft Excel[®], para a realização de análises estatísticas foi utilizado a versão 23 do software estatístico SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). As distribuições dos dados referentes as amostras foram avaliadas pelo teste de Shapiro Wilk.

2.7. Aspectos Éticos

Previamente ao desenvolvimento do estudo, o mesmo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal da Bahia (parecer N^o 1.762.493/2016) e todos os participantes que concordaram em participar da pesquisa assinaram o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

3. Resultados e discussão

3.1. Pb em vegetais

Conforme apresentado no capítulo 2 desta dissertação, os teores de Pb nas amostras de Banana e mamão estavam abaixo do LD da metodologia analítica utilizada. No entanto, nas amostras de mandioca a mediana foi $0,06 \text{ mg.kg}^{-1}$ ($0,02 - 0,29$) e no coentro foi de $0,22 \text{ mg.kg}^{-1}$ ($0,06-3,02$). Ambas as medianas estavam abaixo do limite preconizado pela legislação vigente, que é de $0,10 \text{ mg.kg}^{-1}$ para amostras de mandioca e $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ para amostras de coentro (BRASIL, 2013; COMISSÃO EUROPEIA 2006).

3.2. Estimativa de consumo de vegetais

Para a estimativa do consumo de vegetais, foi aplicado o QFA com um total de 72 pessoas, dessas, 52 eram crianças e 20 adultos. A tabela 1 apresenta as medianas, valores mínimos e máximos da ingestão diária de mandioca, banana e mamão pela população de Maragogipinho.

Tabela 1: Estimativa de ingestão diária de banana, mandioca e mamão pela população de Maragogipinho (g/dia/pessoa)

	Vegetal	Mediana	Min	Max
Crianças	Banana	55,7	8,7	501,4
	Mandioca	24	6,7	257,1
	Mamão	36,4	10,3	85
Adultos	Banana	21,43	6,5	278,6
	Mandioca	53,6	13,3	450
	Mamão	-	-	-
Geral	Banana	65	6,5	501,43
	Mandioca	42,9	6,7	450
	Mamão	-	-	-

Dentre os vegetais avaliados, a banana foi o vegetal de maior consumo diário pela população do estudo, com uma mediana de ingestão de 55,71 g/dia pelo público infantil. Quando comparado à ingestão diária da população brasileira, a ingestão de banana pelos participantes foi 7 vezes superior, visto que a população brasileira possui uma média de consumo de 7,6g/dia. O alto consumo de banana pela população poderia ser considerado um possível fator de risco caso as amostras de banana apresentassem concentrações

elevadas de Pb (IBGE, 2010). Ao se comparar a ingestão de banana da população de Maragogipinho com a da população das Filipinas (maior média de ingestão diária no mundo), o consumo é em torno de 3 vezes menor (FAO, 2017). O Segundo vegetal mais consumido foi a mandioca, com uma mediana de 42,9 g/dia, 8 vezes superior ao o consumo médio pela população brasileira (4,9 g/dia) e duas vezes maior que o estimado pelo IBGE (2010) para a população do Nordeste (21,3 g/dia). Além do consumo das raízes de mandioca, um importante subproduto da mandioca é a farinha de mandioca, que é consumida pela população brasileira e mundial (DA SILVA et al., 2016), porém não foi avaliado nesse trabalho. O mamão foi o fruto que obteve a menor taxa de ingestão, ainda assim superior à média da população brasileira, que é de 5,62 g/dia. A avaliação do consumo do coentro não foi realizada devido ao fato de o coentro ser utilizado como um tempero, a estimativa de consumo individual pode subestimar ou superestimar os valores de ingestão diária.

3.3. Avaliação do risco não carcinogênico do Pb por ingestão

Devido a concentração de Pb nas amostras de banana e mamão estarem abaixo do LD da metodologia empregada, para a estimativa do QR foi levado em consideração apenas os dados referentes à mandioca.

A tabela 2 apresenta os dados da população em estudo (cenários) que foram considerados para o cálculo do quociente de risco. Devido a inexistência de uma dose de referência oral (limite máximo aceitável) para o Pb, foi adotado o valor de $4 \times 10^{-3} \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ conforme sugerido por (ARAÚJO et al., 2016; STORELLI, 2008).

Tabela 2: Parâmetros utilizados para a estimativa da dose de exposição ao Pb proveniente do consumo de mandioca

Parâmetros	C1	C2	C3
Idade (anos)	70	9 (5-12)	42 (25-64)
Peso corporal (kg)	70	27,2 (16-73,6)	69,2
Frequência de exposição (dias/ano)	365	78 (24-313)	78 (24-183)
Ingestão diária média (g/dia)	4,9	24 (7-257)	54 (13-450)

A Tabela 3 apresenta o QR relacionado ao consumo de mandioca para população geral padrão, crianças, adultos da comunidade de Maragogipinho.

Tabela 3: Quociente de risco não carcinogênico associado ao consumo de mandioca

	Cenários	QR
C1	População geral	0,0010
C2	Crianças	0,0033 (0,0002 - 0,1243)
C3	Adultos	0,0025 (0,0002 - 0,0488)

O QR estimado para os três cenários foi muito menor que 1, sendo classificado como insignificante/negligenciável (STORELLI, 2008). Apesar de negligenciável, o QR foi calculado considerando apenas o consumo de mandioca cultivada na região e não levou em consideração toda a dieta da população local. Situação similar a encontrada por (COSTA et al., 2018) que avaliou moquecas de aratu na mesma região. Ainda no estado da Bahia, (ARAÚJO et al., 2016) também encontrou um risco negligenciável associado ao consumo de pescados na região da baía de Aratu, Bahia, Brasil. Em nível internacional, (CHEN et al., 2014) também encontraram um risco negligenciável associado ao consumo de vegetais cultivados em uma região de produção de baterias na China. Um outro estudo realizado também na China, classificou o risco decorrente da ingestão de Pb em vegetais como negligenciável. Nesse mesmo estudo, o QR foi maior em vegetais cultivados em áreas urbanas quando comparados com aqueles cultivados em áreas rurais, o que provavelmente está associado à poluição urbana.

4. Conclusão

Embora a região de Maragogipinho apresente histórico de utilização do Pb pelos artesãos, os teores de Pb nos vegetais cultivados na região de Maragogipinho apresentaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pelos órgãos regulatórios e o QR calculado estabeleceu que o risco decorrente da ingestão de Pb pelo consumo de vegetais cultivados naquela região é negligenciável, favorecendo à garantia de uma alimentação adequada pela população. Além disso, foi constatado que a população de

Maragogipinho tem uma ingestão diária de banana, mandioca e mamão acima da média de consumo da população brasileira. Estudos de avaliação de risco associados ao consumo de alimentos são de grande importância para a garantia da segurança alimentar, portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos de avaliação de risco com uma maior variedade de alimentos para que possa ser avaliado de maneira mais ampla o risco proveniente do consumo de alimentos cultivados e/ou produzidos nessa região.

5. Conflitos de Interesse

Os autores declaram que não existe nenhum conflito de interesse

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os habitantes da vila Maragogipinho, que literalmente abriram as portas das suas casas para a realização da pesquisa. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos no mestrado, ao programa de Ciência de Alimentos (PgAli) e aos membros do Laboratório de Toxicologia (LabTox) pelo suporte durante toda a pesquisa.

7. Referências

AAP. American Academy of Pediatrics. 2016. Prevention of Childhood Lead Toxicity. Council on Environmental Health. **Pediatrics** Jul;138(1).

ARAÚJO, Cecília Freitas Silva et al. Cadmium and lead in seafood from the Aratu Bay, Brazil and the human health risk assessment. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 188, n. 4, p. 259, 2016.

BRASIL ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada. **Regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos- RDC N° 43, 29/08/2013**, 2013.

CHEN, Ying et al. Health risk assessment of heavy metals in vegetables grown around battery production area. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 71, n. 2, p. 126–132, 2014.

COELHO, Natália de Lima Pereira et al. Dietary patterns in pregnancy and birth weight. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 49, 2015.

COSTA, Renata G. et al. Lead and cadmium in mangrove root crab (*Goniopsis cruentata*), in natura and at food processing stages. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 216–221, 2017.

COSTA, Renata Guerreiro et al. Lead in mangrove root crab (*Goniopsis cruentata*) and risk assessment due to exposure for estuarine villagers. **Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance**, [s. l.], v. 00, n. 00, p. 1–9, 2018.

DA SILVA, Icaro Ribeiro Cazumba et al. Food safety in cassava “flour houses” of Copioba Valley, Bahia, Brazil: Diagnosis and contribution to geographical indication. **Food Control**, [s. l.], 2016.

DIAZ-RUIZ, Araceli et al. Glazed clay pottery and lead exposure in Mexico: Current experimental evidence. **Nutritional Neuroscience**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 513–518, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Banana Statistical compendium** 2015-16. [s. l.], p. 77–89, 2017.

FLORA, Gagan; GUPTA, Deepesh; TIWARI, Archana. Toxicity of lead: A review with recent updates. **Interdisciplinary Toxicology**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 47–58, 2012.

HARMANESCU, Monica et al. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. **Chemistry Central Journal**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 64, 2011.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Panorama Aratuípe**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/aratuipe/panorama>. Acessado em: 02 de Dezembro de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares** 2008-2009. 2010.

LUO, Chunling et al. Heavy metal contamination in soils and vegetables near an e-waste processing site, south China. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 186, n. 1, p. 481–490, 2011.

MENEZES-FILHO, José et al. Environmental Co-Exposure to Lead and Manganese and Intellectual Deficit in School-Aged Children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 2418, 2018.

PINHO NETO, Arthur Duarte. Maragogipinho E a Relação Com a Degradação Ambiental : Perspectivas E Sustentabilidade Maragogipinho E a Relação Com a Degradação Ambiental : Perspectivas E Sustentabilidade. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal da Bahia, [s. l.], 2008.

PAN, Xiao Dong; WU, Ping Gu; JIANG, Xian Gen. Levels and potential health risk of heavy metals in marketed vegetables in Zhejiang, China. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 6, n. June 2015, p. 1–7, 2016.

PINHEIRO, Ana Beatiz Vieira. Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras. **Atheneu**. 5Ed. 2004

SHAHEEN, Nazma et al. Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh. **Chemosphere**, [s. l.], v. 152, p. 431–438, 2016.

SIPTER, Emese et al. Site-specific risk assessment in contaminated vegetable gardens. **Chemosphere**, [s. l.], v. 71, n. 7, p. 1301–1307, 2008.

STORELLI, M. M. Potential human health risks from metals (Hg, Cd, and Pb) and polychlorinated biphenyls (PCBs) via seafood consumption: Estimation of target hazard quotients (THQs) and toxic equivalents (TEQs). **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 46, n. 8, p. 2782–2788, 2008.

TONG, Shilu; VON SCHIRNDING, Yasmin E.; PRAPAMONTOL, Tippawan. Environmental lead exposure: A public health problem of global dimensions – **Bulletin of the World Health Organization**. [s. l.], v. 78, n. 9, p. 5–10, 2000.

YAYLALI-ABANUZ, Gülten. Heavy metal contamination of surface soil around Gebze industrial area, Turkey. **Microchemical Journal**, [s. l.], v. 99, n. 1, p. 82–92, 2011.

ZHENG, Na et al. Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao city, China. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 387, n. 1–3, p. 96–104, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho relatou a contaminação ambiental por Pb na região de Maragogipinho oriunda da produção de cerâmicas vitrificadas. Ainda que a maior parte dos alimentos tenha apresentado níveis de Pb abaixo do preconizado pela legislação, e que o risco decorrente da ingestão desses vegetais seja considerado insignificante, o risco foi avaliado considerando somente a ingestão de mandioca. Assim, é importante que novos estudos sejam realizados avaliando a dieta de maneira mais ampla, para que se tenha uma visão geral da exposição e de possíveis riscos à população de Maragogipinho, visto que a exposição ao Pb é um importante problema de saúde pública e que deve ser estudado e avaliado para a proposição de mudanças, que no caso de Maragogipinho (região estudada) seria uma substituição do Pb no processo de vitrificação das cerâmicas, o que está atualmente sendo proposto pelo grupo de trabalho do LabTox em parceria com o governo estadual e entidades internacionais como o instituto Pure Earth e o instituto Barro Puro (México).

De maneira geral o trabalho apresentou grande contribuição para o campo científico com o compartilhamento de informações a respeito da contaminação ambiental na região de Maragogipinho e também com o compartilhamento de metodologias passíveis de utilização em outras regiões do Brasil e do Mundo.

APÊNDICE

APÊNDICES

APÊNDICE I – Questionário de Cultivo



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - FACULDADE DE FARMÁCIA
LABORATÓRIO DE TOXICOLOGIA



PROJETO: EFEITOS DO CHUMBO NA SAÚDE PÚBLICA

CULTIVO DE ALIMENTOS

Data da entrevista: / /	Nome do entrevistador:	
Nome do entrevistado:	Código:	
Data de Nascimento: / /	Sexo: () Masculino () Feminino	
Endereço:		
Ponto de Referência:		
Tel p/contato:	Celular: () () ()	

1. Você possui algum tipo de plantação em casa? Qual? Por quanto tempo?

Plantação	Tempo de plantação	Disponibilidade de ceder amostras

OBS: Ao perguntar, especificar todos os tipos de vegetais plantados, inclusive temperos. Ex: cebolinha, coentro etc.

Encerre o exame e agradeça a participação.

APÊNDICE II – Questionário de frequência alimentar (QFA)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA-FACULDADE DE FARMACIA

LABORATORIO DE TOXICOLOGIA

PROJETO: EFEITOS DO CHUMBO NA SAÚDE PÚBLICA



Nome da Criança: _____ **Cod.** /__/_/___/___/___/

Micro-área /__/_/___/___/

Data entrevista: __/__/____

Entrevistador: _____

Informante: _____

Parentesco: _____

ALIMENTO	Medida Caseira		GRAMAS	Nº VEZES/DIA	CONSUMO				
	Quant	Porção/ Tamanho			SEMANAL			MENSAL	NUNCA
					5-7	3-4	1-2	1-3	
Massas, pães e similares									
Pão francês					<input type="checkbox"/>				
Pão de leite					<input type="checkbox"/>				
Pão integral					<input type="checkbox"/>				
Pão de milho					<input type="checkbox"/>				
Aipim ()					<input type="checkbox"/>				
Farinha de milho					<input type="checkbox"/>				
Preparação:									
Milho branco (mungunzá)					<input type="checkbox"/>				
Sucrilhos tradicional					<input type="checkbox"/>				
Sucrilhos sabor: _____					<input type="checkbox"/>				
Pipoca doce industr.					<input type="checkbox"/>				
Pipoca doce caramel					<input type="checkbox"/>				
Farinha cremogema					<input type="checkbox"/>				
Sabor: _____									
Aveia					<input type="checkbox"/>				

Biscoito sem recheio Tipo: _____					<input type="checkbox"/>				
Biscoito c/ recheio Sabor: _____					<input type="checkbox"/>				
Bolo de chocolate					<input type="checkbox"/>				
Arroz branco					<input type="checkbox"/>				
Arroz integral					<input type="checkbox"/>				
Macarrão					<input type="checkbox"/>				
Churros _____					<input type="checkbox"/>				
Sonho _____					<input type="checkbox"/>				
Pastel _____					<input type="checkbox"/>				
Outro (especificar)					<input type="checkbox"/>				
Frutas									
Abacate					<input type="checkbox"/>				
Abacaxi					<input type="checkbox"/>				
Banana Tipo: _____					<input type="checkbox"/>				
Laranja					<input type="checkbox"/>				
Limão					<input type="checkbox"/>				
Acerola					<input type="checkbox"/>				
Umbu					<input type="checkbox"/>				
Manga					<input type="checkbox"/>				
Maracujá					<input type="checkbox"/>				
Melancia					<input type="checkbox"/>				
Goiaba					<input type="checkbox"/>				

ALIMENTO	Medida Caseira		GRAMAS	Nº VEZES/DIA	CONSUMO				
	Quant	Porção/ Tamanho			SEMANAL			MENSAL	NUNCA
					5-6	3-4	1-2	1-3	
Mamão					<input type="checkbox"/>				
Mamão papaia					<input type="checkbox"/>				
Manga					<input type="checkbox"/>				
Melão					<input type="checkbox"/>				
Morango					<input type="checkbox"/>				
Ameixa fresca					<input type="checkbox"/>				
Castanhas					<input type="checkbox"/>				
Amendoim coz.					<input type="checkbox"/>				
Amendoim torrado					<input type="checkbox"/>				
Cana de açúcar					<input type="checkbox"/>				
Caldo de cana					<input type="checkbox"/>				
Coco					<input type="checkbox"/>				
Sucos: _____									
–					<input type="checkbox"/>				
() polpa () natural									
Outra (especificar)					<input type="checkbox"/>				
Legumes									
Cebolinha					<input type="checkbox"/>				
Coentro					<input type="checkbox"/>				
Tomate					<input type="checkbox"/>				
Cebola					<input type="checkbox"/>				
Cenoura					<input type="checkbox"/>				
Batata doce					<input type="checkbox"/>				

Batatinha					<input type="checkbox"/>				
Couve					<input type="checkbox"/>				
Alface					<input type="checkbox"/>				
Carnes (frita, assada, cozida ou grelhada)									
Boi ()					<input type="checkbox"/>				
Galinha ()					<input type="checkbox"/>				
Porco ()					<input type="checkbox"/>				
Defumada ()					<input type="checkbox"/>				
Carne do sol/sertão					<input type="checkbox"/>				
Vísceras () Tipo: _____ –					<input type="checkbox"/>				
Salsicha, chouriça, calabresa ()					<input type="checkbox"/>				
Presunto, mortadella					<input type="checkbox"/>				
Peixes ()					<input type="checkbox"/>				
Ostra crua					<input type="checkbox"/>				
Aratu ()					<input type="checkbox"/>				
Mariscos Tipo:					<input type="checkbox"/>				

Leite, queijo e ovos									
Leite integral ()liq ()pó					<input type="checkbox"/>				
Leite desnat. ()liq ()pó					<input type="checkbox"/>				
Leite soja ()liq ()pó					<input type="checkbox"/>				
Outro leite (especificar)					<input type="checkbox"/>				
Creme de leite					<input type="checkbox"/>				
Queijo amarelo					<input type="checkbox"/>				
Queijo branco					<input type="checkbox"/>				

ALIMENTO	Medida Caseira		Medida Caseira	Nº VEZES/DIA	CONSUMO				
	Quant	Quant			SEMANAL			MENSAL	NUNCA
					5-6	3-4	1-2	1-3	
Iogurte ()Int. ()Desn. Sabor: _____ —					<input type="checkbox"/>				
Leite fermentado Sabor: _____ —					<input type="checkbox"/>				
Ovo Tipo: _____ —					<input type="checkbox"/>				
Outro (especificar)					<input type="checkbox"/>				
Óleos, gorduras e condimentos									
Azeite de oliva					<input type="checkbox"/>				
Manteiga					<input type="checkbox"/>				
Margarina					<input type="checkbox"/>				
Leite de coco Preparação: _____ —					<input type="checkbox"/>				
Azeite de dendê Preparação: _____ —					<input type="checkbox"/>				
Outro (especificar)					<input type="checkbox"/>				
Doces e salgados									
Gelatina Sabor: _____ —					<input type="checkbox"/>				
Chocolates					<input type="checkbox"/>				

Tipo: _____ —										
Jujuba, balas, maria mole Tipo: _____					<input type="checkbox"/>					
Salgadinhos Tipo: _____					<input type="checkbox"/>					
Picolés, geladinho Tipo: _____					<input type="checkbox"/>					
Sorvetes Tipo: _____					<input type="checkbox"/>					
Bebidas										
Refrigerantes Tipo: _____					<input type="checkbox"/>					
Achocolatado					<input type="checkbox"/>					
Sucos em pó e garrafa Sabor: _____ —					<input type="checkbox"/>					
Outro (especificar)					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					
					<input type="checkbox"/>					

					<input type="checkbox"/>				
					<input type="checkbox"/>				
					<input type="checkbox"/>				
					<input type="checkbox"/>				
					<input type="checkbox"/>				
					<input type="checkbox"/>				

APÊNDICE III – Concentração de Pb nas amostras avaliadas

PONTO DE COLETA	Concentração de Pb em (mg/kg)										
	Solo (15-20cm)		Solo (3cm)	Mandioca		Coentro		Banana		Mamão	
	Primeira coleta	Segunda coleta	Segunda coleta	Primeira coleta	Segunda coleta						
S0101	19,34	18,10	17,00	0,05							
S0102	16,87	12,70	13,07					<LD			<LD
S0103	27,37	42,30	12,08								<LD
S0104	24,40	32,27	45,19								
S0105	106,14	64,07	64,97		0,07	0,06					
S0106	0,47	11,32	14,70	0,02	0,04			<LD	<LD		
S0107	25,54	40,34	58,35	0,05	0,04						
S0108	3,44	3,40	3,67	0,29	0,06			<LD	<LD	<LD	
S0109	7,60	4,30	6,20					<LD	<LD		
S0110	12,53	9,07	9,67			3,02				<LD	<LD
S0111	1,74	2,47	11,40	0,05	0,14			<LD	<LD	<LD	
S0112	9,27	11,64	15,33			0,08		<LD		<LD	<LD
S0113	2,60	3,57	3,77							<LD	<LD
S0114	18,27					0,81		<LD			
S0115	6,22	6,57	58,47			0,59		<LD	<LD		
S0116	35,40									<LD	<LD
S0117	3,14	5,07	6,20					<LD			
S0118	9,47			0,18						<LD	
S0119	4,00	4,80		0,13	0,13			<LD			
S0120	50,20	82,84	39,96	0,04	0,04						
S0121	22,84	52,24	11,12	0,03	0,11						
S0122	88,37	63,17	66,54								
S0123	14,00	16,54	24,19	0,11		0,22	0,16		<LD		
S0124	74,60										