

VII-423 - AVALIAÇÃO DO RISCO PELA EXPOSIÇÃO AO Pb MEDIANTE O USO DO MODELO IEUBK EM CRIANÇAS DE 0 A 7 ANOS RESIDENTES EM ÁREAS SOB A INFLUÊNCIA DE ATIVIDADES DE PRODUÇÃO DE CERÂMICA ARTESANAL

Gustavo Alonso Muñoz Magna⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidad de Playa Ancha (UPLA), Chile. Mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil. Doutor em Ciências, Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil. Docente do Instituto de Aquicultura da Universidad Austral de Chile (UACH), Puerto Montt, Chile.

Reginaldo dos Santos Almeida⁽²⁾

Engenheiro Ambiental. Ecolbio Consultoria e Assessoria Ambiental.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Los Pinos, S/N - Pelluco – Puerto Montt – Los Lagos - CEP: 30310-760 - Chile - Tel: (+56) 65 227-7121 - e-mail: gustavo.munoz@uach.cl

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o risco sobre a saúde infantil associado à exposição ao Pb via solo superficial, em crianças de 0 a 7 anos de idade, residentes em áreas sob a influência de atividades artesanais de fabricação de cerâmica, localizadas no distrito de Maragogipinho, município de Aratuípe, estado da Bahia, Brasil. Concentrações de Pb no solo superficial foram determinadas utilizando um analisador portátil de fluorescência de raios X (XRF). O modelo *Integrated Exposure Uptake Biokinetic* (IEUBK) foi aplicado para prever os níveis de chumbo no sangue (Pb-S) e o risco pela exposição ao Pb foi avaliado mediante a comparação dos valores preditos com o valor considerado de referência. 54% dos valores de concentração de Pb no solo superficial foram detectados acima de 300 mg/kg, valor de investigação para áreas residenciais definido pela resolução CONAMA 420 de 2009. Considerando a tendência central dos teores de Pb detectados no solo superficial das olarias, prediz-se uma concentração de Pb-S de 2,62 µg/dL para uma criança de 0 a 7 anos de idade residente na área. Apesar do valor estimado ser inferior à concentração de referência para Pb-S associada a efeitos adversos sobre a saúde humana tais como déficits neurocomportamentais, diminuição do desempenho escolar e quociente de inteligência (QI), a estimativa do valor está referida exclusivamente à rota de exposição ao Pb via ingestão/inalação de solo superficial, não sendo consideradas outras rotas de relevância presentes no cenário de exposição tais como ar e alimentos vegetais potencialmente contaminados cultivados na área e consumidos pela população. Além disso, os valores obtidos devem ser vistos com um alerta considerando que existe suficiente evidência científica de que níveis de Pb-S, menores a 5,00 µg/dL, estão associados a efeitos adversos na saúde da população infantil no longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Chumbo, Cerâmica Artesanal, Crianças, IEUBK, Risco.

INTRODUÇÃO

Apesar das inúmeras aplicações benéficas e usos ao longo da história, o chumbo (Pb) é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um dos elementos químicos de maior periculosidade para a saúde humana. A sua ampla utilização em processos industriais e artesanais, além da consequente liberação para o ambiente, acarreta a sua dispersão e acúmulo em diversos compartimentos ambientais representando um risco latente sobre a saúde humana, considerando suas características de persistência e toxicidade.

A utilização do óxido de chumbo (PbO) como fundente no processo de vitrificação dos utensílios de barro, corresponde a uma prática tradicional nas atividades de produção artesanal de cerâmica. Essa atividade, é comumente realizada sem uma adequada infraestrutura nos quintais das próprias residências, dando origem às denominadas olarias de fundo de quintal (BARBOSA, 2003). Este tipo de práticas tem como consequência a liberação, acúmulo e aumento da concentração de Pb no ambiente do local de trabalho/moradia, condição que favorece a exposição da população residente, à uma fonte de contaminação fixa e permanente.

A exposição a este tipo de elemento é ainda mais preocupante quando existe a presença de crianças no local, população que apresenta uma maior susceptibilidade aos efeitos adversos do Pb por razões neurológicas, metabólicas e comportamentais (LUO et al., 2012). Crianças geralmente inalam e ingerem poeira doméstica e solo contaminado mediante a exploração do ambiente via mão-boca, absorvendo aproximadamente 50% da quantidade de chumbo que ingerem, estimando-se que aproximadamente 73% do chumbo que entra no corpo das crianças se acumula nos ossos, podendo lá permanecer durante décadas.

A susceptibilidade é também influenciada pelo período de crescimento da criança. Períodos críticos no desenvolvimento estrutural e funcional, tais como durante pré e pós-natal são particularmente sensíveis aos efeitos do Pb, não sendo evidentes até um posterior estágio de desenvolvimento. Nesse sentido, são múltiplos os efeitos devido à exposição ao Pb, que começam na infância e se estendem ao longo da vida (SCHWARTZ e HU 2007; CORIA et al., 2009).

No Brasil, são escassos os estudos reportando contaminação ambiental derivadas de atividades artesanais de produção de cerâmica e seus efeitos sobre a saúde humana, e em particular, em crianças. Todavia, as consequências da exposição crônica a baixas concentrações de Pb continua sendo um importante problema de saúde pública, principalmente entre populações em situação de vulnerabilidade social.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o risco pela exposição ao Pb mediante a utilização do modelo IEUBK em crianças de 0 a 7 anos residentes em áreas sob a influência de atividades de produção de cerâmica artesanal localizada no distrito de Maragogipinho, município de Aratuípe, estado da Bahia, Brasil.

PROCESSO PRODUTIVO DE PEÇAS ARTESANAIS DE CERAMICA

O processo produtivo para a obtenção de peças cerâmicas artesanais, baseia-se na transformação das propriedades físico-químicas da argila em locais denominados de olarias. Segundo Barbosa (2003), as olarias geralmente são caracterizadas por infraestrutura precária, onde normalmente o piso é de barro batido e misturado com barro trazido para produção, as paredes estão constituídas por ripas de madeira ou grades de bambu, e o telhado é de palha ou telhas. Na Figura 1 se apresenta parte da infraestrutura típica de uma oficina artesanal de produção de peças cerâmicas (Olarias de fundo de quintal).



Figura 1: Típica oficina artesanal de ceramista (Olaria de fundo de quintal)

A cadeia produtiva, para confecção artesanal de peças cerâmicas pode ser resumida da seguinte forma, a saber: 1) extração e transporte de lenha; 2) extração e transporte de argila; 3) processo produtivo, compreendendo as operações de preparo de argila, modelagem, secagem, cozimento e armazenamento do produto; e finalmente, 4) transporte e comercialização do produto. O processo tem como principais insumos a argila, lenha, água e o chumbo (Pb). A fabricação de peças cerâmicas artesanais é realizada manualmente, através do auxílio de moldes, tornos e fornos. A produção de peças tem uma duração de aproximadamente seis dias sendo que a comercialização normalmente acontece nas próprias comunidades, nas oficinas de trabalho, em feiras, além de locais de maior turismo em determinadas épocas do ano, e mediante a entrega de encomendas.

De acordo com Amorin (2016), a cerâmica artesanal, com o intuito de aproximar-se da industrial, têm adicionado novas técnicas de produção e, nesse contexto, surgiu a utilização do Pb no processo de vitrificação das peças. Na indústria cerâmica o Pb é usado com o principal objetivo de impermeabilizar as peças, além de proporcionar aspectos estéticos diferenciados tais como o realce nas suas cores e a homogeneidade na textura,

formando uma superfície lisa, brilhante e resistente. Outro motivo da utilização do Pb está vinculado à baixa temperatura requerida para fundência, que propicia uma economia para os fornos (ALLEGRETTI, 2004). A vitrificação inicia-se com a fundição do Pb até a sua transformação em óxido (PbO), para posteriormente ser misturado ao barro, obtendo como produto a *lamugem*. Assim que obtida, a *lamugem* é aplicada manualmente nas peças, que em seguida são levadas ao forno para cozimento entre 10 a 12 horas (NETO, 2008; MENEZES- FILHO, 2015). De acordo com Neto (2008), o processo de utilização do Pb ocorre informalmente no interior das olarias, sem os devidos cuidados, em um ambiente fechado e na ausência de uma adequada circulação de ar que permita uma adequada dispersão da fumaça gerada. É nesta etapa que acontece a primeira interação entre o elemento e o ar interior do local, para posteriormente ser depositado no solo pela ação da força de gravidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Definiu-se como área de estudo o conjunto composto por 25 olarias/moradias de fundo de quintal em operação, as quais abrangem uma superfície de aproximadamente 1,23 hectares (12.300 m²) no distrito de Maragogipinho. Na Figura 2 se apresenta a área de estudo mediante o polígono definido pela cor roxa.

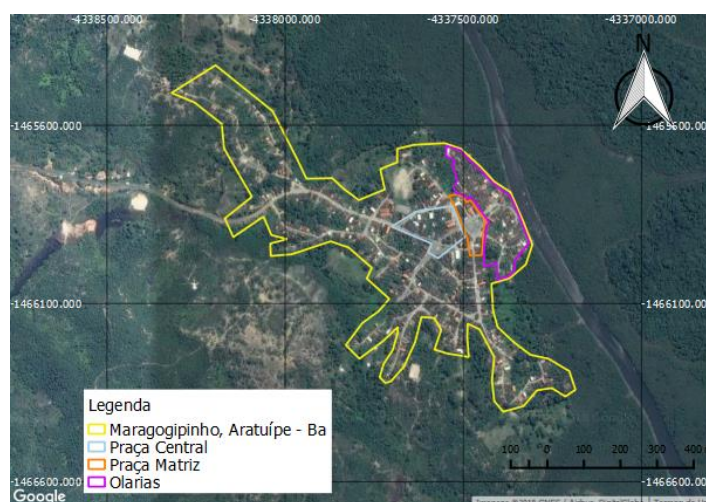


Figura 2: Área de estudo.

As atividades de campo foram principalmente relacionadas à identificação preliminar da área de estudo e posterior coleta de amostras de solo superficial nas olarias. As campanhas para coleta de solo e a determinação da concentração de Pb foram realizadas no período compreendido entre os meses de setembro a outubro de 2017. Destaca-se que no momento da coleta de amostras, as olarias se encontravam em operação, de forma a representar as condições normais de funcionamento das atividades. Foram coletadas um total de 90 amostras de solo superficial (primeiros 20 cm), acondicionadas em sacos plásticos contendo uma alíquota de aproximadamente 100 gramas para posterior determinação da concentração de Pb. Todas as amostras foram devidamente identificadas segundo local de coleta. Na obtenção do teor de Pb no solo das olarias, foi utilizada uma técnica de análise elementar, não destrutiva, mediante a utilização em campo de um analisador portátil de fluorescência de Raios X (XRF), modelo Delta Professional da marca OLYMPUS. Na Figura 3 se exemplifica a etapa de coleta e mensuração do teor de Pb no solo.



Figura 3: Coleta de solo superficial (a) e medição da concentração de Pb em solo superficial (b).

De posse nos valores de concentração de Pb no solo detectados na área de estudo foi realizada uma análise estatística descritiva nos dados determinando o primeiro (Q_1), segundo (Q_2) e terceiro (Q_3) quartil. Cada quartil foi associado a um cenário de exposição padronizado na área. Neste tipo de cenário, assumiu-se que pelo menos uma criança de 0 a 7 anos que reside na olaria/moradia está exposta ao nível ambiental de Pb detectado no solo. O resultado da estimação corresponde ao valor de Pb-S esperado para uma criança considerada como padrão sob as condições de exposição analisadas. Importante é ressaltar que neste trabalho se levou em consideração exclusivamente como rota de exposição ao Pb o solo superficial. Assume-se que essa rota esta intrinsecamente relacionada a um cenário de exposição crônica pela via de ingestão e inalação de solo/poeira pelas crianças.

A avaliação de risco pela exposição ao Pb foi realizada mediante o auxílio do modelo biocinético e de exposição integrado ao Pb (IEUBK) desenvolvido pela USEPA. Este modelo é utilizado na avaliação do risco pela exposição ao Pb ambiental, exclusivamente em crianças de 0 a 7 anos de idade, através da predição da concentração de chumbo no sangue (Pb-S) e da probabilidade de detectar valores acima de níveis considerados como de referência de exposição e consequentemente de risco sobre a saúde humana (USEPA, 2007).

O modelo IEUBK utiliza valores de entrada definidos mediante diversos estudos e revisão de literatura desenvolvida principalmente pela USEPA. Os principais parâmetros de entrada correspondem a valores de concentração de Pb em diferentes compartimentos ambientais tais como ar, dieta alimentar, solo, poeira domiciliar, água, vegetais e leite materno, além de valores de biodisponibilidade de Pb nos diversos compartimentos avaliados e informações sobre hábitos de crianças. Estes valores são considerados como padrões do modelo podendo ser modificados em função da disponibilidade de dados e adequação ao cenário de exposição sob análise.

Com o intuito de avaliar exclusivamente o solo/poeira como rota de exposição ao Pb via ingestão pelas crianças, os valores pré-definidos de concentração de Pb no ar, Pb na água e Pb no leite materno foram desconsiderados (valor igual a 0). Os parâmetros de entrada ao modelo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de entrada utilizados no modelo IEUBK

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR	OBSERVAÇÃO
Concentração de Pb no ar	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0	Modificado
Consumo de água *	L/dia	0,2-0,59	Padrão
Ingestão de solo e poeira *	g/dia	0,085-0,135	Padrão
Ingestão de Pb dieta *	$\mu\text{g}/\text{dia}$	2,04-2,26	Padrão
Horas no ambiente exterior **	hr/dia	6	Modificado
Porcentagem solo/poeira	%	60	Padrão
Biodisponibilidade no solo***	-----	20	Modificado

Padrão: valor pré-definido no modelo IEUBK; Modificado: alterado em função dos testes de verificação realizados; * Valor recomendado para América Latina; ** valor utilizado para crianças maiores de três anos de idade em função das condições climáticas do local; *** Valor modificado em função de estudos sobre exposição ambiental ao Pb realizados em Santo Amaro, Bahia (MAGNA et al., 2020).

Os valores de Pb-S foram preditos para cada cenário de exposição estandardizado (quartis) e os parâmetros pré-definidos pelo modelo IEUBK. Importante é destacar, que no presente estudo, os valores de parâmetros de entrada ao modelo foram obtidos, sempre que possível, de dados experimentais adquiridos de estudos realizados na área e/ou apropriados ao contexto do nordeste brasileiro. Após a estimação dos valores de Pb-S, os resultados foram comparados com o valor de referência recomendado pela *Center of Disease Control* (CDC) de 5,00 $\mu\text{g}/\text{dL}$ e outros reportados na literatura para casos similares de exposição ao Pb em crianças (CDC, 2012).

RESULTADOS

As concentrações de Pb detectadas no solo superficial da área apresentaram uma mediana de 331,50 mg/kg (n=90). 54% dos valores foram detectados acima de 300 mg/kg, valor de investigação para áreas residenciais definido pela resolução CONAMA 420 de 2009 (BRASIL, 2009), indicando a existência de riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana. Já 25% dos valores de concentração de Pb no solo se apresentaram

abaixo de $77,25 \text{ mg.kg}^{-1}$ e 75% abaixo de $1466,40 \text{ mg.kg}^{-1}$. Na Figura 4 se apresenta a frequência acumulada percentual das concentrações de Pb detectadas no solo superficial da área de estudo.

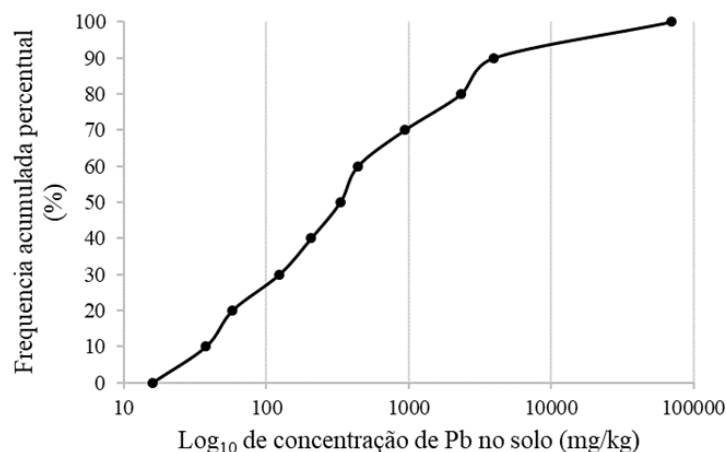


Figura 4: Frequência acumulada percentual do conteúdo de chumbo detectado no solo de olarias ativas do distrito de Maragogipinho, cidade de Aratuípe, Bahia, Brasil.

Os resultados obtidos na predição das concentrações de Pb-S em crianças de 0 a 7 anos pelo modelo IEUBK, analisando os três cenários definidos, se apresentaram na faixa de 0,92 a $8,82 \mu\text{g/dL}$. Considerando o valor da mediana (Q_2) dos valores de Pb detectado no solo superficial espera-se um valor de concentração de Pb-S de $2,62 \mu\text{g/dL}$, concentração em sangue que não supera o valor de $5,00 \mu\text{g/dL}$ recomendado pelo Comitê Assessor para Prevenção de Intoxicação por Chumbo em Crianças do *Center of Disease Control* (CDC, 2012). Neste cenário (Q_2) existe um 8,43% de probabilidade de encontrar crianças na faixa etária de 0 a 7 anos com valores superiores a $5,0 \mu\text{g/dL}$. Analisando o terceiro quartil dos valores de Pb detectados no solo é possível observar que aproximadamente um 25% das concentrações estariam associadas a valores de Pb-S superiores a $8,82 \mu\text{g/dL}$, valor que supera a concentração recomendada para Pb no sangue de crianças. Além disso, se espera que a partir dessa concentração aproximadamente 88,64% das crianças apresentem teores de Pb-S superiores a $5,00 \mu\text{g/dL}$. Na Tabela 2 se apresenta um resumo dos valores de Pb-S estimados pelo modelo IEUBK para cada cenário de exposição.

Tabela 2: Valores de chumbo no sangue (Pb-S) estimados por meio do modelo IEUBK.

CENÁRIO	SOLO (mg/kg)	SANGUE ($\mu\text{g/dL}$)	%>5,0 ($\mu\text{g/dL}$)
Q ₁	77,25	0,92	0,00
Q ₂	331,50	2,62	8,43
Q ₃	1466,50	8,82	88,64

DISCUSSÃO

A contribuição das atividades de fabricação de peças cerâmicas artesanais para as concentrações de Pb no solo superficial foram avaliadas no México por Estrada-Sanchez et al., (2017) mediante o estudo de 19 olarias. 50% dos locais analisados por Estrada-Sanchez et al., (2017) apresentaram valores de Pb acima de 5.000 mg/kg ($n=149$). Da forma similar, Flores-Ramirez et al., (2012) analisaram a concentração de Pb na poeira detectadas em olarias na localidade de Trinidad Tenexyecac, estado de Tlaxcala, no México, encontrando concentrações de Pb na faixa de $411,0 \text{ mg/kg}$ a 2740 mg/kg ($n=82$). Os valores apresentados tanto no presente estudo quanto por Estrada-Sanchez et al., (2017) e Flores-Ramirez et al., (2012), evidenciam a contribuição dessas atividades no aumento das concentrações de Pb no solo superficial e poeiras.

Altos teores de Pb no solo são de extrema preocupação devido a que, a ingestão de solos e poeiras contaminadas é considerada a principal via de exposição ao Pb pelos seres humanos (BOSSO e ENZWEILER, 2008). Mais um aspecto a considerar está relacionado à disposição final de peças quebradas no processo de vitrificação, que também podem ser consideradas como mais uma fonte de liberação de Pb para solo, uma vez que por ser uma produção artesanal e doméstica, o descarte dos resíduos é regularmente realizado no quintal

das próprias residências. Nesse sentido, segundo Neto (2008), as olarias de Maragogipinho utilizam os cacos das peças quebradas pelos fornos para a promoção de aterros com a finalidade de expandir o espaço das unidades oleiras. Nesse sentido é importante destacar que o solo da área é também destinado para fins agrícolas, sendo que grande parte das residências possuem hortas e fazem uso para consumo próprio e/ou venda a terceiros, situação que caracteriza um potencial risco pela provável transferência do contaminante desde o solo para os vegetais.

Bah et al., (2020) avaliou a exposição ambiental ao Pb detectado na poeira depositada em estabelecimentos educacionais e residências próximas à olarias em Maragogipinho mediante a utilização da concentração de Pb-S como biomarcador de exposição em 63 crianças de 5,5 a 13 anos de idade. Os resultados da determinação de Pb-S obtidos por Bah et al., (2020) se apresentaram na faixa de 1,3 a 4,1 $\mu\text{g/dL}$, com uma mediana de 2,8 $\mu\text{g/dL}$. Apesar das diferenças nas faixas etárias avaliadas, os valores detectados por Bah et al., (2020) podem ser considerados como próximos aos valores preditos pelo IEUBK para crianças de 0 a 7 quando avaliados os cenários de exposição do presente estudo. Nesse sentido, importante é considerar que a medida deste metal no sangue pode refletir a exposição recente ao Pb do meio externo assim como o Pb mobilizado do compartimento ósseo (SCHWARTZ et al., 2007). Comumente, a maior parte do Pb-S reflete a exposição recente (semanas e meses), uma vez que o Pb tem um tempo de permanência relativamente curto no sangue, cerca de um mês (BARBOSA et al., 2005).

Florez-Ramirez et al. (2012), avaliaram a exposição infantil ao Pb em sítios contaminados no México, dentre eles, a comunidade de Trinidad Tenexyecac, estado de Tlaxcala, conhecida pela fabricação de peças cerâmicas artesanais de barro. Das análises, as concentrações de Pb-S variaram entre 6,20 a 52,30 $\mu\text{g/dL}$ ($n=72$), com uma média geométrica de 19,20 $\mu\text{g/dL}$. 93% dos valores se apresentaram acima de (10,00 $\mu\text{g/dL}$), valor de Pb-S recomendado no período no qual o estudo foi realizado.

De acordo com Estrada-Sanchez et al. (2017), estudos realizados em diversas comunidades que possuem como principal ocupação a fabricação artesanal de peças cerâmicas no México, indicaram que o incremento dos níveis de Pb-S também está associado a fatores tais como executar a fabricação das peças no quintal, cozinhar alimentos com cerâmicas vitrificadas, ser criança, mulher e presença de piso de terra nas proximidades do local.

Com relação aos valores estimados de Pb-S em crianças, o *National Toxicology Program* (NTP, 2012) dos EUA afirma que existe suficiente evidência científica de que níveis de Pb-S, inferiores a 5,00 $\mu\text{g/dL}$, estão associados a efeitos adversos sobre a saúde humana tais como déficits neurocomportamentais, diminuição do desempenho escolar e quociente de inteligência (QI). Ainda, Paulson e Brown (2019), mencionam que o valor de referência recomendado pela CDC no ano 2012 de 5,00 $\mu\text{g/dL}$ está sob revisão considerando o percentil 98% dos valores obtidos em crianças de 1 a 5 anos de idade amostradas pela *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) entre 2011 e 2014, que foi de 3,50 $\mu\text{g/dL}$. É importante destacar que possivelmente não exista um valor limite considerado seguro, para as concentrações de Pb no organismo humano onde a partir deste se comece a observar os efeitos adversos na saúde das crianças (CDC, 2017; WHO 2017).

Potenciais efeitos sobre a saúde de crianças são associados a concentrações de Pb medidas no sangue (Pb-S), e relacionam-se a déficits comportamentais e intelectuais, retardo no crescimento e desenvolvimento, problemas de audição e fala, baixo desempenho cognitivo e diminuição no quociente de inteligência (QI) (CORIA et al., 2009; LAIDLAW et al., 2012; LO et al., 2012; PLUMLEE et al., 2013). Nesse sentido, o efeito mais crítico da exposição a concentrações baixas de Pb é o menor desenvolvimento cognitivo e intelectual em crianças (ATSDR, 2007). Vale a pena considerar que o distrito de Maragogipinho possui aproximadamente 3000 habitantes, dos quais, 800 residem dentro da área de influência direta das atividades de fabricação artesanal de cerâmicas (PURE EARTH, 2018). Considerando a proporção municipal de crianças de 0 a 9 anos de idade (16,2%) (IGBE, 2012), estima-se que perto de 130 crianças poderiam estar sob risco de exposição ao Pb na área de estudo.

CONCLUSÕES

Os valores de Pb-S estimados pelo modelo IEUBK para os dois primeiros cenários se apresentaram abaixo do valor limite recomendado para Pb no sangue em crianças. Apesar disto os valores obtidos devem ser vistos

como um alerta considerando que existe suficiente evidência científica de que níveis de Pb-S, menores a 5,00 µg/dL, estão associados a efeitos adversos na saúde da população infantil.

Os resultados preditos de valores de Pb-S permitiram obter uma aproximação do nível de exposição pelas crianças de 0 a 7 como consequência de concentrações de Pb detectadas no solo superficial, geradas principalmente pela histórica atividade oleira realizada na região.

A estimação dos teores de Pb-S realizada pelo modelo IEUBK quando comparada com as determinações experimentais realizadas em crianças residentes na área de estudo se apresentaram próximas, demonstrando a elevada capacidade preditiva da ferramenta, e consequentemente uma alternativa de utilização frente ao elevado custo envolvido em campanhas para a mensuração de chumbo no sangue de crianças.

Se recomenda a realização de novos estudos relacionados à possível transferência de Pb para alimentos vegetais cultivados e consumidos pela população na área, além da mensuração da concentração de Pb no ar de forma a complementar todas as rotas de exposição ao contaminante pela população. Além disso se sugere que em futuros estudos, se utilizem ferramentas metodológicas que permitam avaliar e verificar o desempenho cognitivo e potenciais efeitos negativos sobre quociente de inteligência (QI) em crianças, considerando o quadro de contaminação da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, A. G. A. Arranjos Sócios Produtivos Locais e Desenvolvimento – Estudo de Caso das Pequenas Empresas Oleiras de Maragogipinho-BA. Salvador. 2003. Dissertação de Mestrado. Escola de Administração - Universidade Federal da Bahia, 2003.
2. LUO, W., RUAN, D., YAN, C., YIN, S., CHEN J. *Effects of chronic lead exposure on functions of nervous system in Chinese children and developmental rats. Neurotoxicology*, v.33, p.862–871, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2012.03.008>
3. SCHWARTZ, B. S., HU, H. *Adult Lead Exposure: Time for Change. Environmental Health Perspectives*, v. 115, n. 3, p. 451- 454, 2007. <https://doi.org/10.1289/ehp.9782>
4. CORIA, C., CABELLO, A., TASSARA, E., LÓPEZ, E., ROSALES, H., PÉREZ, M., ZAVALA, C., MUÑOZ, P., ORELLANA, G., LHOSTROZA, M. I., CONTRERAS, L., KIRSTEN, L. *Efectos clínicos a largo plazo en niños intoxicados con plomo en una región del sur de Chile. Revista Médica de Chile*, v. 137, n.8, p.1037-1044, 2009. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872009000800006>
5. AMORIN, C.R. Impactos Ambientais e Sustentabilidade da Atividade Oleira no distrito de Maragogipinho, Município de Aratuípe, Bahia. Cruz das Almas. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016.
6. ALLEGRETTI, C.A.L. Qualidade, Produtividade e Meio Ambiente: Uma Proposta para o Desenvolvimento de um Revestimento Cerâmico Livre de Chumbo. Santa Maria. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
7. NETO, A.D.P. A atividade ceramista artesanal de Maragogipinho e a relação com a degradação ambiental: perspectivas e sustentabilidade. Salvador. 2008. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
8. MENEZES-FILHO, J.A. Avaliação preliminar do risco decorrente da exposição ao chumbo em olarias de Maragogipinho, Aratuípe, Bahia, Laboratório de Toxicologia, Universidade Federal da Bahia. 2015.
9. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). (2007) User's Guide for the Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children (IEUBK) Windows. Estados Unidos: USEPA. 45p.
10. MAGNA, G.A.M, MACHADO, S.L., CARVALHO, M. D. F., PORSANI, M. J. *Análise Crítica da Capacidade Preditiva de dois Modelos de Avaliação do Risco à Saúde Humana pela Exposição ao Chumbo em Crianças de 0 a 7 anos de idade. Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n.54, p.34–50, 2019. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820190499>.
11. CENTER OF DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Low Level Lead Exposure Harms Children: A Renewed Call for Primary Prevention. Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention of the Center of Disease Control and Prevention. Atlanta: CDC, 2012. 65p.
12. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N°420, de 28 de dezembro de 2009. Estabelece critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em

- decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620> Acesso em: 01 nov. 2022.
13. ESTRADA-SÁNCHEZ, D., ERICSON, E., PÉREZ, C. A. J., MADRID, G. A., HERNANDEZ, L., GUALTERO, S., CARAVANOS, J. *Pérdida de Coeficiente Intelectual en Hijos de Alfareros Mexicanos*, *Revista Médica del Instituto del Seguro Social*, v.53, n.3, p.292-299, 2017.
 14. FLORES-RAMÍREZ, R., RICO-ESCOBAR, E., NÚÑEZ-MONREAL, J. E., GARCÍA-NIETO, E., CARRIZALES, L., ILIZALITURRI-HERNÁNDEZ, C., DÍAZ-BARRIGA, F. *Exposición infantil al plomo en sitios contaminados*. *Salud pública de México*, v.4, n.4, p.383-392, 2012.
 15. BOSSO, T.S., ENZWEILER, J. *Bioaccessible lead in soils, slag, and mine wastes from an abandoned mining district in Brazil*. *Environmental Geochemistry and Health*, v.30, n.3, p.219-229, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10653-007-9110-4>
 16. BAH, H.A.F., BANDEIRA, M.J., GOMES-JUNIOR, E.A., ANJOS, A.L.S., RODRIGUES, Y.J.M., DOS SANTOS, N.R., MARTINEZ, V.O., ROCHA.R.B.M.A., COSTA.R.G., ADORNO. E.V., MENEZES-FILHO, J.A. *Environmental exposure to lead and hematological parameters in Afro-Brazilian children living near artisanal glazed pottery workshops*. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, v.55, n.8, p. 964-974, 2020. <https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1761738>
 17. BARBOSA, F.JR., TANUS-SANTOS, J.E., GERLACH, R.F., PARSON, J.P. *A Critical Review of Biomarkers Used for Monitoring Human Exposure to Lead: Advantages, Limitations, and Future Needs*. *Environmental Health Perspectives*, v.113, p.1669-1674, 2005.
 18. NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM (NTP). *Monograph on Health Effects of Low-level Lead*. Estados Unidos: United States Department of Health and Human Service, 2012.
 19. PAULSON, J.A., BROWN, M.J. *The CDC blood lead reference value for children: time for a change*. *Environmental Health*, v.18, n.16, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0457-7>
 20. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *What Do Parents Need Know Prot. Their Child.?*, 2017. Acesso em 01 de novembro de 2022, disponível em: http://www.cdc.gov/nceh/lead/acclpp/blood_lead_levels.htm
 21. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Lead poisoning and health*. 2017. disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/en/>
 22. LAIDLAW, M.A., ZAHARAN, S., MIELKE, H.W., TAYLOR, M.P., FILIPPELLI G.M. *Re-suspension of lead contaminated urban soil as a dominant source of atmospheric lead in Birmingham, Chicago, Detroit and Pittsburgh, USA*. *Atmospheric Environment*, v.49, p.302-310, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.11.030>.
 23. LO, Y. C., CARRIE, A. D., NERI, A., DURANT, J., JEFFERIES, T., MEDINA-MARINO. A., DE RAVELLO, L., THOROUGHMAN, D., DAVIS, L., DANKOLI, R. S., SAMSON, M. Y., IBRAHIM, L. M., OKECHUKWU, O., UMAR-TSAFE, N. T., DAMA, A. H., BROWN, M. J. *Childhood lead poisoning associated with gold ore processing: a village-level investigation Zamfara State, Nigeria*. *Environmental Health Perspectives*, v.120, n.10, p.1450-1455, 2012. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104793>
 24. PLUMLEE, G. S., DURANT, T. J., MORMAN, S. A., NERI, A., WOLF, R. E., DOOYEMA, C. A., HAGEMAN, P. L., LOWERS, H. A., FERNETTE, G. L., MEEKER, G. P., BENZEL, W. M., DRISCOLL, R. L., BERRY, C. J., CROCK, J. G., GOLDSTEIN, H. L., ADAMS, M., BARTREM, C. L., BEHBOD, S. T. B., VON LINDERN, I., BROWN, M. J. *Linking geological and health sciences to assess childhood lead poisoning from artisanal gold mining in Nigeria*. *Environmental Health Perspectives*, v.121, n.6, p.744-750, 2013. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206051>
 25. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). *Toxicological profile for Lead*. 2007.
 26. PURE EARTH. *Toxic Sites Identification Program (TSIP) in Brazil*. 2018.
 27. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.