

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Concentrações de metais em poeira depositada em casas de
trabalhadores informais e domiciliares da cadeia
produtiva de joias e bijuterias de Limeira, SP: avaliação
de risco à saúde infantil**

Fairah Barrozo

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Saúde Pública para obtenção do título
de Mestre em Ciências.**

Área de Concentração: Saúde Pública

**Orientadora: Prof^a Dr^a Kelly Polido Kaneshiro
Olympio**

São Paulo

2023

**Concentrações de metais em poeira depositada em casas de
trabalhadores informais e domiciliares da cadeia
produtiva de joias e bijuterias de Limeira, SP: avaliação
de risco à saúde infantil**

Fairah Barrozo

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Saúde Pública para obtenção do título
de Mestre em Ciências.**

Área de Concentração: Saúde Pública

**Orientadora: Prof^a Dr^a Kelly Polido Kaneshiro
Olympio**

Versão Revisada

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FSP/USP: Maria do Carmo Alvarez - CRB-8/4359

Barrozo, Fairah

Concentrações de metais em poeira depositada em casas de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira, SP: avaliação de risco à saúde infantil / Fairah Barrozo; orientadora Kelly Polido Kaneshiro Olympio. -- São Paulo, 2023.

80 p.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2023.

1. Metais. 2. Exposição Ambiental. 3. Saúde da Criança. 4. Poeira. 5. Setor Informal. I. Polido Kaneshiro Olympio, Kelly, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rita e Marcos e a minha irmã, Luila. Obrigada pelo amor e paciência.

Vocês me impulsionaram nos momentos mais difíceis.

Dedico este trabalho a vocês com todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

À **Deus** pela minha vida.

À **Faculdade de Saúde Pública**, pelo apoio institucional e por todos estes anos de estudos e pesquisas.

Ao **Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)** por apoiar e permitir a realização das análises químicas deste estudo. Em especial ao **Prof. Dr. Maciel Luz** e ao técnico de laboratório **Gilmar Alves de Almeida**, pela contribuição científica.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** (Processos 2018/18391-0, 2017/20752-8, 2014/50887-4) e à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** - Código de Financiamento 001, pelos apoios financeiros que possibilitaram a realização deste estudo.

À **Secretaria de Saúde de Limeira**, pela autorização e apoio para realização da pesquisa na cidade. Em especial aos **agentes comunitários de saúde** que auxiliaram no recrutamento de voluntários.

Ao **Laboratório de Análises da Exposição Humana à Contaminantes Ambientais (LEHCA)** da Faculdade de Saúde Pública pelo apoio e suporte. Em especial as técnicas **Maria do Carmo Oliveira Doria** e a **Célia Regina Pesqueiro**, por toda a ajuda e suporte ao longo deste estudo.

A **Prof. Adelaide Cássia Nardocci**, da Faculdade de Saúde Pública pela colaboração no início deste estudo.

Aos meus **amigos** da Faculdade de Saúde Pública, entre eles: Allan, Elizeu, Fernanda, Isabelle, Kamila, Alda e Simone, pela convivência e, principalmente, pela amizade.

Aos **professores** da Faculdade de Saúde Pública pelos conhecimentos compartilhados durante o Mestrado. Esses foram fundamentais para o desenvolvimento e motivação deste estudo.

Aos **professores** que tive ao longo da vida que me introduziram na pesquisa, em especial ao Prof. Gilson Alves Quinágua.

Aos **meus pais, irmã, familiares e amigos** que sempre me apoiaram e torceram por mim.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Prof^a Dr^a. Kelly Polido Kaneshiro Olympio pela oportunidade de participar de seu grupo de pesquisa e por ter acreditado no meu potencial. Agradeço pelo carinho e empenho com o qual me orientou durante a pesquisa. Foi um período de muito aprendizado e crescimento.

**“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”
(Nelson Mandela)**

RESUMO

Concentrações de metais em poeira depositada em casas de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira, SP: avaliação de risco à saúde infantil

Introdução: O trabalho informal é acompanhado de diversas particularidades, além do manuseio de produtos químicos sem equipamentos adequados, pode acontecer a exposição passiva de familiares ou amigos próximos, como por exemplo as crianças. Na cidade de Limeira, no interior de São Paulo, há a produção informal de joias e bijuterias, envolvendo atividades que vão desde a montagem de peças até a solda. **Objetivos:** este estudo avaliou a exposição de crianças à poeiras contendo metais, nas residências de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira. **Método:** foram coletadas amostras de poeira com lenços eletrostáticos em 21 domicílios do grupo exposto e 23 do grupo controle e determinados os Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT) Cr, Sn, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb e As, nos ambientes. As análises foram realizadas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), por ICP-MS. Também, foram cedidos os resultados das concentrações de EPT no sangue de uma subamostra de crianças, presentes na população de estudo, pela coordenadora do projeto (KPKO). **Resultados:** As concentrações de Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd e Sn na poeira doméstica foram significativamente maiores no grupo exposto ($<0,05$), assim como as concentrações de Pb e Cd no sangue das crianças do grupo exposto ($<0,05$). As concentrações de EPT na poeira doméstica e no sangue das crianças apresentaram correlação moderada para Cr (Coeficiente de Correlação de Spearman (Rho) 0,40), Zn (Rho - 0,43) e As (Rho 0,40), e uma forte correlação para Cd (Rho 0,80) ($p <0,05$). **Conclusões:** Os resultados do estudo apontaram riscos para a exposição infantil ao Cd, As e Cr durante a produção informal e doméstica de joias e bijuterias, salientando a importância de proteger a saúde infantil através da promoção de ações de segurança. Adicionalmente, os lenços eletrostáticos se mostraram ferramentas de baixo custo e eficazes para avaliação da exposição a EPT.

Palavras-chave: Poluição do Ar em Ambientes Fechados, Metais, Exposição Ambiental, Saúde da Criança, Poeira, Setor Informal.

ABSTRACT

Metal concentrations in dust deposited in the homes of informal and home-based workers in the jewelry and fashion jewelry production of Limeira, SP: risk assessment for children's health

Introduction: Informal work is followed by several particularities, besides the handling of chemicals without proper equipment, there may happen the passive exposure of family members or close friends, such as children. In the city of Limeira, in the interior of São Paulo, there is informal jewelry production, involving activities ranging from assembling pieces to welding. **Objectives:** This study evaluated the exposure of children to dust containing metals in the homes of informal and home-based workers in the jewelry production industry in Limeira. **Method:** dust samples were collected with electrostatic cloths from 21 households in the exposed group and 23 in the control group, and the Potentially Toxic Elements (PTE) Cr, Sn, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, and As were determined in the environments. The analyses were carried out at the Technological Research Institute of the State of São Paulo (IPT), by ICP-MS. Also, the results of PTE concentrations in the blood of a subsample of children, present in the study population, were provided by the project coordinator (KPKO). **Results:** Concentrations of Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd and Sn in household dust were significantly higher in the exposed group (<0.05), as were concentrations of Pb and Cd in the blood of children in the exposed group (<0.05). PTE concentrations in house dust and children's blood showed moderate correlation for Cr (Spearman's Correlation Coefficient (Rho) 0.40), Zn (Rho -0.43) and As (Rho 0.40), and a strong correlation for Cd (Rho 0.80) ($p <0.05$). **Conclusions:** The results of the study indicated risks for children's exposure to Cd, As and Cr during informal, domestic jewelry production, highlighting the importance of protecting children's health by promoting safety actions. Additionally, electrostatic cloths proved to be low-cost and effective tools for assessing exposure to PTE.

Key-words: Indoor Air Pollution, Metals, Environmental Exposure, Child Health, Dust, Informal Sector.

APRESENTAÇÃO

Sou bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo e especialista em Química Ambiental e Engenharia de Controle da Poluição pela Faculdade Oswaldo Cruz. Iniciei os estudos de Mestrado ansiosa por aprender mais sobre a exposição ambiental e os riscos a saúde humana. Esta dissertação é parte do Projeto FAPESP nº 2018/18381-0, intitulado “A era "omics" voltada para a sociedade: o impacto do trabalho formal e informal sobre o expossoma dos trabalhadores com ênfase em metabolômica, transcriptômica e lipidômica”, do grupo de pesquisa eXsat, sob a coordenação da minha orientadora. Ao conhecer o cenário de exposição e os riscos associados ao trabalho informal de solda de joias e bijuterias em Limeira, São Paulo, tivemos a oportunidade de elaborar um projeto que investigasse a associação entre a exposição aos fatores ambientais e a saúde das crianças inseridas no ambiente de trabalho informal. Este projeto teve por objetivo avaliar a exposição das crianças participantes das famílias de trabalhadores informais através da análise de um método de baixo custo de coleta de amostras de poeira residencial e sangue das crianças, a fim de indicar possíveis formas de proteção a saúde infantil.

O grupo de pesquisa iniciou os estudos no arranjo produtivo de joias e bijuterias de Limeira em 2016, através de contatos com a Comissão de Erradicação do Trabalho Infantil de Limeira (COMETIL) e a Secretaria de Saúde, pela qual tivemos acesso aos Agentes de Saúde locais, responsáveis pelos primeiros contatos do grupo de pesquisa com os trabalhadores locais. As reuniões iniciais com os Agentes de Saúde foram fundamentais para delimitação das áreas de atuação da pesquisa na região.

Também, foi realizada uma parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), para o desenvolvimento das análises químicas no Laboratório de Processos Metalúrgicos.

Assim, cabe mencionar a estruturação deste trabalho em Introdução, Objetivos, Materiais e Métodos, Resultados, Discussões, Recomendações e Conclusões. Os capítulos de Resultados e Discussões serão apresentados através do artigo aceito por um periódico científico internacional. O artigo é resultado do presente estudo de mestrado e, foi publicado na Revista “International Journal of Environmental Research and Public Health”, intitulado “A low-cost method shows potentially toxic element levels in dust correlated with elevated blood levels of these chemicals in children exposed to an informal home-based production environment”. O formato de apresentação da Dissertação de Mestrado em forma de artigo segue as normas da deliberação da CPG na Resolução CoPGr nº 7846, de 03 de outubro de 2019.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	ARRANJO PRODUTIVO DE JOIAS E BIJUTERIAS DE LIMEIRA – SP	15
1.2	EXPOSIÇÃO A ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS	17
1.3	A POEIRA COMO ROTA DE EXPOSIÇÃO E A SAÚDE INFANTIL	21
1.4	COLETA DE METAIS EM POEIRA	24
2	OBJETIVOS	25
2.1	OBJETIVO GERAL	25
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	POPULAÇÃO DE ESTUDO	26
3.2	COLETA DE AMOSTRAS	27
3.3	PREPARO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE POEIRA	29
3.4	ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE PÓ DE SOLDA	31
3.5	DADOS SECUNDÁRIOS	32
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	ARTIGO	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

6	CONCLUSÕES	61
6	REFERÊNCIAS	62
7	ANEXOS	68
	ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	68
	ANEXO II – CARTA DA SECRETARIA DE SAÚDE DE LIMEIRA	71
	ANEXO III – QUESTIONÁRIO	73
8	CURRÍCULO LATTES	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeitos, classificação e principais usos dos EPTs.	20
Tabela 2. Quantificação em µg de EPTs em lenços eletrostáticos HiperClean®	27
Tabela 3. Quantificação em µg de EPTs em lenços eletrostáticos Swiffer®	28
Tabela 4. Resultados obtidos para uso do Material de Referência	30
Tabela 5. Resultados obtidos para uso do Material Certificado de Referência (CRM) – Teste Spike.	30
Tabela 6. Faixas lineares da curva de calibração	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Absorção de Material Particulado no trato respiratório	22
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL	Arranjo Produtivo de Limeira
As	Arsênio
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
Cd	Cádmio
COMETIL	Comissão de Erradicação do Trabalho Infantil de Limeira
Cr	Cromo
Cu	Cobre
EPTs	Elementos Potencialmente Tóxicos
FAAS	Espectrometria de absorção atômica por chama
Hg	Mercúrio
IARC	<i>Internacional Agency for Research on Cancer</i>
ICP-MS	Espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado
ICP-OES	Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LD	Limite de detecção
LQ	Limite de quantificação
Mn	Manganês
Ni	Níquel
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
Pb	Chumbo
Sn	Estanho
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
XRF	Fluorescência de raios X
Zn	Zinco

1 INTRODUÇÃO

O trabalho informal representa um risco não só para os adultos trabalhadores, mas também para as crianças expostas, pois geralmente as atividades acontecem nas residências (McCann, 1996). Sikder *et al.* (2017) encontraram altas concentrações de Cd, Cr, Pb, e As na poeira de 19 domicílios, onde produziam-se joias de maneira informal, em Bangladesh. Em Mumbai, na Índia, Goel *et al.* (2019), encontraram crianças expostas ao trabalho informal de fabricação de joias com concentrações de chumbo no sangue de 16,6 a 85,4 µg/dL, significativamente maiores do que no grupo de crianças controles (7,0–10,2 µg/dL). Cabe mencionar que foram observadas convulsões e sonolência em crianças com concentrações até 80 µg/dL de Pb no sangue (Goel *et al.*, 2019).

1.1 ARRANJO PRODUTIVO DE JOIAS E BIJUTERIAS DE LIMEIRA – SP

A cidade de Limeira está localizada no Estado de São Paulo e se destaca no atual arranjo econômico devido à intensa produção de joias e bijuterias na qual podem estar presentes os EPTs. Parte da produção se dá pelo trabalho informal, que segundo McCann (1996), se caracteriza pela organização no âmbito familiar, dentro de casas ou quintais e no que se refere ao conhecimento, é passado de geração em geração, além de estar geralmente associada ao uso de substâncias perigosas (Teare *et al.*, 2015).

Em Limeira, a competitividade dos produtos fabricados no local aumentou devido ao desenvolvimento de uma cadeia produtiva terceirizada, com parte dela transferida para o interior dos domicílios, contando com a participação de todos os membros das famílias, inclusive crianças e adolescentes (Vilela *et al.*, 2008). Neste cenário complexo, em que se misturam as atividades laborais na produção de joias e bijuterias e a rotina doméstica da família, torna-se difícil definir a real exposição aos EPTs, principalmente em relação às crianças (Ferreira *et al.*, 2019).

De acordo com o Sindicato da Indústria de Joalheria, Ourivesaria, Bijuteria e Lapidação de Gemas, Limeira conta com 1500 empresas e 20 mil postos de trabalho diretos, e são produzidos principalmente anéis, brincos, pingentes, correntes e gargantilhas. O arranjo produtivo de Limeira (APL) se caracteriza pelo domínio do trabalho feminino e o trabalho

informal como uma extensão das fábricas. Desta forma, a informalidade e a terceirização são estratégias para diminuir custo. (Etulain, 2021).

A produção de joias e bijuterias é realizada nas seguintes etapas: criação, fundição, ferramentaria, estamparia, limpeza, solda, cravação, montagem, galvanoplastia (banho ou folheação), inspeção de qualidade e expedição (Lima, 2021). Já em Limeira, a terceirização da produção de joias e bijuterias se dá principalmente durante a montagem, cravação e soldagem (Lima, 2021). O processo produtivo que ocorre em Limeira é difuso, com etapas de produção formal, em fábricas regulamentadas, e outras informais, em domicílios, os quais são repassados por distribuidores intermediários que contatam os trabalhadores informais de acordo com as atividades que exercem (solda, montagem, etc.) (Ferreira *et al.*, 2021). Neste trabalho focamos exclusivamente nos trabalhadores que executam a soldagem das peças. Este processo pode ser realizado usando-se a solda quente, com maçarico, e a solda fria com fluxo (compostos de boro e flúor, na forma de ácido bórico, bórax, boratos e fluoretos) (Vilela *et al.*, 2008).

Assim, deve ser destacado que as crianças, mesmo que não trabalhem na produção, estão expostas diariamente aos contaminantes devido à proximidade com a manufatura e, portanto, aos riscos à saúde associados a estas exposições (Ferreira *et al.*, 2021).

O grupo de pesquisa Expossoma e Saúde do Trabalhador (eXsat), sediado na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, vem trabalhando com famílias de trabalhadores informais e domiciliares que produzem joias e bijuterias na cidade de Limeira, SP. Foi observado, através de questionário de condições de vida e trabalho e um protocolo de atividades diárias, preenchido por 10 dias consecutivos durante os períodos de férias e escolar, que os adolescentes que pertencem à famílias de trabalhadores informais e domiciliares do arranjo produtivo de Limeira, no período de férias, apresentam um menor tempo de lazer ($p=0,04$) em relação aos que não pertencem a famílias do APL (Pereira *et al.*, 2020).

Ainda, através da avaliação dos riscos ocupacionais dos mesmos trabalhadores informais e domiciliares do APL, foi avaliado em 2017, o ar na zona de respiração dos soldadores e os níveis no sangue dos elementos Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sn, Pb e Hg dos soldadores e montadores de joias e bijuterias e seus familiares próximos. Além disso, através de questionários, foram coletadas informações sociodemográficas e dos locais de trabalho. Os resultados apontaram concentrações no ar de Mn, Ni, Zn, Cd e Pb acima dos limites ambientais estabelecidos pela ATSDR, e Cu, Zn, Cd e Pb acima dos limites ocupacionais estabelecidos

pelo OSHA e pelo NIOSH, indicando preocupações quanto a exposição humana para os soldadores. Nenhum dos trabalhadores relatou o uso de equipamento de proteção respiratória e, apenas 3,5% relataram o uso de óculos de proteção durante a soldagem. No sangue, a média geométrica de Pb foi maior no grupo exposto do que no grupo controle ($p < 0,0001$) (Ferreira *et al.*, 2019), indicando que poderia haver riscos para todos, inclusive às crianças, nos levando a estudar atualmente exclusivamente este grupo exposto.

Adicionalmente, Ferreira *et al.* (2021) analisaram as joias e bijuterias produzidas no local pelos mesmos trabalhadores, em 2017, através do ICP OES, FAAS e XRF, e compararam os resultados com os limites estabelecidos pelo INMETRO. Os autores observaram que quando analisadas por ICP OES e FAAS, 58% das amostras apresentaram concentrações de Cd e 26% de Pb acima do limite permitido pelo INMETRO, e quando analisadas por XRF, todas as amostras apresentaram concentração de Cd e 12,5% de Pb acima do limite permitido pelo INMETRO. Os autores concluíram que o material utilizado na fabricação das semijoias e o banho de galvanoplastia não são homogêneos.

1.2 EXPOSIÇÃO A ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Neste estudo, consideram-se EPTs os metais Cr, Sn, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, e Pb, e o semimetal As. Dentre os elementos, destacam-se o Cd, Cr VI, Ni e As (IARC, 1993, 1990, 2012) classificados pela Agência Internacional de Pesquisa de Câncer (IARC) como 1 - carcinogênicos para humanos, e Pb (IARC, 2006) e Ni metálico (IARC, 1990) como 2B - possivelmente carcinogênicos para humanos.

O Cr em sua forma hexavalente é um metal tóxico conhecido, com efeitos carcinogênicos e mutagênicos (Peng *et al.*, 2018). Está presente em joias e bijuterias (Tavares, 2019). Em um estudo de corte longitudinal, com 3041 mulheres grávidas de Wuhan, China, entre 2013 e 2016, foram observadas as concentrações de Cr na urina das mulheres nos 1º, 2º e 3º trimestres gestacionais, e os resultados indicaram que as concentrações urinárias no primeiro e segundo trimestres estavam relacionadas à redução da circunferência abdominal e redução do peso estimado do bebê, indicando que a exposição ao Cr no início e no meio da gravidez poderiam ser mais prejudiciais ao desenvolvimento do feto (Peng *et al.*, 2018). Além disso, maiores concentrações de Cr VI no sangue e urina de 162 trabalhadores de indústrias de galvanoplastia, na China, foram correlacionadas a danos em seus DNAs e uma diminuição de

mRNA no gene hOGG1 - uma enzima reparadora do DNA, que auxilia na manutenção da estabilidade genômica e na prevenção de tumores - em comparação a 84 trabalhadores dos setores administrativos e de logística das mesmas plantas industriais (Xia *et al.*, 2019).

O Sn é um metal utilizado para revestir latas de alimentos e bebidas para evitar a corrosão; em soldas e ligas, e na produção de vidros planos (Gadogbe *et al.*, 2019), quando no corpo humano em altas concentrações, pode causar dores de estômago, anemia e problemas no fígado e rins, além disso, estudos em animais sugerem que quando em sua forma orgânica, pode afetar os sistemas imunológico e nervoso (ATSDR, 2005a).

Quanto ao Mn, Lee *et al.* (2018) acompanharam 764 pares de mães e filhos em Bangladesh, entre 2008 e 2011, e observou evidências de associação entre a exposição pré-natal ao Mn e uma redução na pontuação de testes de desenvolvimento neurológico na primeira infância de crianças, sendo tal fato mediado por efeitos do elemento no comprimento do bebê ao nascer, sugerindo que o Mn pode ter efeitos no estado nutricional global e no crescimento, contribuindo para a neurotoxicidade de crianças.

O Ni pode ser encontrado em joias e bijuterias (Tavares, 2019), provavelmente por ser barato, resistente à corrosão, leve e possuir aparência da prata (Hamann *et al.*, 2015). Em um estudo desenvolvido por Cui *et al.* (2015) foram analisadas amostras de brinquedos e joias e realizada avaliação de risco à saúde infantil, o Ni foi um dos metais que apresentou quociente de risco para ingestão extremamente alto, de até 113, para saúde de crianças para exposição oral. Quanto aos danos à saúde, ensaios laboratoriais mostraram que o elemento pode inibir a atividade de reparo do DNA em células de câncer de pulmão, contribuindo para o desenvolvimento deste tipo de câncer (Chiou *et al.*, 2014).

O Cu também está presente na joalheria e na solda (Tavares, 2019), encanamentos, materiais odontológicos, eletrônico (Walker-Smith *et al.*, 2016) e vestuários, já que tecidos com nanopartículas de óxido de Cu poderiam ter propriedades antivirais (Román *et al.*, 2020). Em um relato médico publicado por Walker-Smith *et al.* (2016), uma criança de cinco anos de idade apresentou dermatite decorrente da alergia ao Cu devido o contato com brinquedos fabricados com o metal, além do manuseio de moedas.

O Zn é um nutriente essencial, principalmente nos primeiros anos de vida (Ackland *et al.*, 2016). É utilizado nos processos de galvanização (Riccò *et al.*, 2018); e a principal rota de exposição é a via oral; permanecendo, principalmente, no sangue e nos ossos (ATSDR,

2005b). Apesar disso, quando em grandes quantidades no corpo humano, tem sido relatada a ocorrência de náuseas, vômitos, falta de apetite, diarreia, e dores de cabeça (Willoughby *et al.*, 2014).

O As inorgânico, quando inalado, pode causar câncer de pulmão, irritação respiratória, náusea, efeitos dérmicos e neurológicos, dentre outros (ATSDR, 2007). Em um estudo desenvolvido por De Miguel *et al.* (2007) nos parques de Madri, Espanha, observaram-se que, dentre os elementos analisados, a presença e disponibilidade do As era a mais preocupante para a saúde infantil com elevado risco de câncer para a ingestão de areia dos parques. Shibata *et al.* (2016) sinalizam a importância do monitoramento da quantidade de As no arroz em função da dieta infantil e os riscos decorrentes do consumo do elemento; o que pode variar de acordo com a região de cultivo e a variedade do arroz (Monteiro *et al.*, 2020).

Já o Cd é armazenado principalmente nos tecidos hepáticos e renais, e eliminado na urina e nas fezes. Os principais desfechos ligados à sua exposição estão relacionados a danos nos rins, ossos e câncer, sendo o rim o órgão mais intensamente atingido. Além disso, foram observados distúrbios ósseos dolorosos, incluindo osteomalácia, osteoporose e fratura óssea espontânea em humanos expostos cronicamente ao Cd através dos alimentos (WHO, 2007). Moitra *et al.* (2014) estudaram uma população de trabalhadores indianos (n=32), do sexo masculino, que fabricava joias, exposta ao Cd, comparando-os com uma população não exposta a fabricação de joias (n=21), através da análise do Cd urinário, e identificaram a presença de estresse oxidativo nestes indivíduos, a partir de análises das enzimas antioxidantes plasmáticas, peroxidação lipídica, fragilidade eritrócita, e irregularidade superficial da membrana eritrócita.

Outro metal importante, devido aos problemas causados por sua exposição, é o Pb. Este elemento pode ser encontrado em alimentos, baterias, soldas, plásticos, tintas de casas, mamadeiras de vidro, pisos de granito, maquiagens (Olympio *et al.*, 2009) e em joias e bijuterias (Tavares, 2019). Silva *et al.* (2018) estudaram fontes de Pb para crianças na cidade de São Paulo, no ambiente escolar, as principais fontes de exposição estão nos parques infantis, já no ambiente doméstico são em portas, janelas, corrimões e estruturas de ferro pintadas de diferentes cores, além de azulejos e brinquedos de plástico. A exposição humana a esse metal ocorre prioritariamente por inalação e ingestão (Olympio *et al.*, 2009). Muitas de suas propriedades tóxicas estão relacionadas à capacidade de mimetizar e competir com os íons cálcio e zinco nas proteínas dependentes desses metais (Markovac *et al.*, 1988). As crianças são especialmente sensíveis ao Pb, principalmente, por seu sistema nervoso central estar em

desenvolvimento, sendo mais vulneráveis a agentes tóxicos (Olympio *et al.*, 2009), e absorventes superficiais de minerais ambientais (Mielke, 2002). Assim a proliferação neural, a diferenciação e a plasticidade são fortemente prejudicadas pelo Pb (Olympio *et al.*, 2009). Foi encontrada associação entre altos níveis de Pb no esmalte dentário superficial e o estabelecimento de comportamento antissocial em adolescentes (Olympio *et al.*, 2010).

A Tabela 1 abaixo, apresenta de forma resumida os efeitos à saúde de cada um dos EPTs.

Tabela 1. Efeitos, classificação e principais usos dos EPTs.

EPT	Efeito à Saúde	Classificação Carcinogênica	Principais usos
As	Quando inalado, o As inorgânico pode causar câncer de pulmão, irritação respiratória, dentre outros (ATSDR, 2007); limitação do fluxo de ar (Sobel, 2020).	1 Carcinogênico para humanos (IARC, 2020).	Herbicida até 1960 (ATSDR, 2007); conservante de madeira, ligas não ferrosas e tabaco (OEHHA, 2020).
Cd	Distúrbios ósseos dolorosos, incluindo osteomalácia, osteoporose e fratura óssea espontânea (WHO, 2007); estresse oxidativo (Moitra <i>et al.</i> , 2014); problemas renais (Genchi <i>et al.</i> , 2020).	1 Carcinogênico para humanos (IARC, 2020).	Baterias recarregáveis, galvanoplastia, ligas, amálgamas dentais, produção de pigmentos, células fotoelétricas, eletrônicos, fungicidas, fotografia e tabaco (OEHHA, 2020).
Zn	Náuseas, vômitos, falta de apetite, diarreia, e dores de cabeça (Willoughby <i>et al.</i> , 2014). Exposição a fumos e poeiras de zinco: desconforto pulmonar, febre, calafrios e gastroenterite (CETESB, 2018).	-	Jóias, bijuterias e soldas (Tavares, 2019); fabricação de ligas resistentes à corrosão e na galvanização de produtos de ferro e aço (CETESB, 2018).
Mn	Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (Schullehner <i>et al.</i> , 2020); efeitos no estado nutricional global e no crescimento de bebês (Lee <i>et al.</i> , 2018).	-	Ligas de aço, ligas de alumínio resistentes à corrosão, aditivo em gasolina sem chumbo, pigmentos, células de bateria, fósforos, fogos de artifício, fertilizantes e tabaco (OEHHA, 2020).
Sn	Irritação da pele e dos olhos (Gil <i>et al.</i> , 2019); dor de estômago, anemia e problemas no fígado e rins (CETESB, 2017; ATSDR, 2005a).	-	Revestimento de latas para alimentos, bebidas e aerossóis (ATSDR, 2005a); soldas (CETESB, 2017).

EPT	Efeito à Saúde	Classificação Carcinogênica	Principais usos
Ni	Dermatites autorreferidas (Ahlström <i>et al.</i> , 2017); inibição da atividade de reparo do DNA em células de câncer de pulmão (Chiou <i>et al.</i> , 2014).	1 Carcinogênico para humanos (compostos de Ni) (IARC, 2020).	Jóias e bijuterias (Tavares, 2019); ligas, revestimentos de proteção galvanizados, baterias de armazenamento alcalinas, eletrodos de células de combustível e tabaco (OEHHA, 2020).
Cu	Dermatite (Walker-Smith <i>et al.</i> , 2016); irritação no nariz, boca e olhos, dores de cabeça, tonturas, náuseas e diarreia (ATSDR, 2004).	-	Maquinário industrial, pesticidas, ligas para moedas, jóias, decoração; fungicidas, conservantes de madeira, vidros e esmaltes cerâmicos; componente da fumaça do tabaco (OEHHA, 2020); encanamentos, materiais odontológicos e eletrônicos (Walker-Smith <i>et al.</i> , 2016).
Pb	Ansiedade, depressão, comportamento de somatização (Rokoff, 2020) e antissocial (Olympio <i>et al.</i> , 2010). Redução de QI, prejuízos a proliferação neural, diferenciação e a plasticidade (Olympio <i>et al.</i> , 2009).	2A Provavelmente carcinogênico para humanos (compostos inorgânicos de Pb) (IARC, 2020).	Baterias, eletrodos, materiais de construção, esmaltes, tabaco, pigmentos, combustível de aviação, semicondutores e munições (OEHHA, 2020); tintas, zarcão, bens de consumo e brinquedos (Olympio <i>et al.</i> , 2018).
Cr	Redução da função renal (Sanders, 2020); danos no trato respiratório, como irritação da mucosa nasal, coriza, asma, tosse, falta de ar e respiração ofegante (ATSDR, 2012); diminuição de mRNA (Xia <i>et al.</i> , 2019).	1 Carcinogênico para humanos (Cr VI) (IARC, 2020).	Pigmentos, produção de aço inoxidável, tintas têxteis, preservantes de madeira, curtimento de couro, revestimentos anticorrosivos e de conversão, galvanoplastia (OEHHA, 2020).

1.3 A POEIRA COMO ROTA DE EXPOSIÇÃO E A SAÚDE INFANTIL

A poeira é uma importante rota de exposição a contaminantes químicos, e pode ser definida como a matéria ou particulado na forma de pó fino, depositado no chão ou em superfícies, ou ainda aquele que é soprado pelo vento (Adekola *et al.*, 2001) e menor que 100 µm (Darus *et al.*, 2012); e a poeira interna é definida como uma mistura heterogênea de partículas orgânicas e inorgânicas (Kurt-Karakus, 2012). Também, Darus *et al.* (2012), definem a poeira de ambientes internos como um composto de material particulado derivado de fontes internas e externas. Tanto o solo como a poeira podem ser contaminados por descargas diretas

ou indiretas, como deposição atmosférica de contaminantes, escoamento de áreas contaminadas, uso de pesticidas e fertilizantes e outros processos (Moya *et al.*, 2014).

Em um estudo publicado por Rahman *et al.* (2019), observaram-se na poeira existente nas ruas de Dhaka - Bangladesh, níveis de Ni e Pb duas vezes maiores que o *background* enquanto o Cd apresentou valores 200 vezes maiores que o existente no solo; e o As apresentou valor pouco acima do *background* já existente no solo. A distribuição espacial dos metais Pb, Ni, Cd e As contidos na poeira das ruas apresentou relação com as áreas de alta densidade de tráfego de veículos e de atividades industriais.

A poeira de ambientes internos, especificamente, é um importante repositório de poluentes ambientais e uma fonte de exposição a metais pesados para humanos (Darus *et al.*, 2012; Schultz *et al.*, 2019). O tamanho das partículas contidas na poeira influenciam nas vias de exposição, como a inalação de partículas suspensas (Figura 1), absorção dermal e ingestão (Rahman *et al.*, 2019).

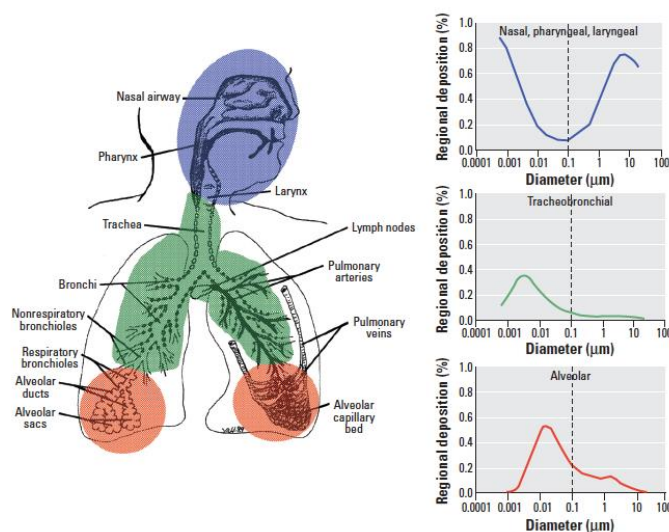


Figura 1. Absorção de Material Particulado no trato respiratório

(Fonte: Oberdörster *et al.*, 2005) ©.

Dentre os grupos populacionais expostos a elementos químicos, as crianças merecem atenção especial porque sofrem desproporcionalmente riscos à saúde, seja em virtude de uma dieta menos variada que a dos adultos; porque respiram mais rápido o ar em relação ao seu tamanho do que os adultos, seja por sua pele absorver mais facilmente algumas substâncias nocivas (USEPA, 2006). Soma-se a isso hábitos comuns da infância de exploração do ambiente, como colocar as mãos na boca ou brincar no chão. Sendo assim, os contaminantes ambientais

podem causar mais danos as crianças porque seu sistema imunológico, bem como seus órgãos não estão totalmente desenvolvidos, principalmente durante o desenvolvimento do sistema nervoso central entre seis meses e três anos de idade (Tong *et al.*, 2000; USEPA, 2006). Proporcionalmente, a ingestão de poeira por bebês e crianças pequenas é maior do que para as demais faixas etárias (Schultz *et al.*, 2019). As crianças ainda apresentam respostas qualitativas e quantitativas diferentes de adultos devido a fatores relacionados à toxicocinética, toxicodinâmica, composição corporal e maturidade das funções bioquímicas e fisiológicas, como as taxas e rotas metabólicas (USEPA, 2006).

A poeira de ambientes internos é um repositório de vários contaminantes antropogênicos e de ocorrência natural, apresentando quase todas as classes de contaminantes conhecidos ou estabelecidos (Schultz *et al.*, 2019). Além disso, a exposição à poeira de ambientes internos tem mostrado ser uma fonte importante de exposição à contaminantes em humanos, principalmente para bebês e crianças pequenas (Moya *et al.*, 2014). São exemplos de poeira interna, as poeiras domésticas e de sala de aula (Tan *et al.*, 2016), e estas são importantes, pois as crianças passam grande parte do seu tempo dentro de casa e em salas de aula, representando assim um importante elo nas rotas de exposição (Tong e Lam, 2000).

Darus *et al.* (2012) estudaram a contaminação por metais pesados em poeiras internas de creches em Shah Alam – Malásia, e os resultados das concentrações de metais pesados encontradas foram ordenados da seguinte forma Fe > Al > Zn > Pb > Ba > Cu > Cr > Ni. As análises apontaram que a principal fonte de contaminação seria as emissões veiculares, e que a poeira e a ventilação do ambiente teriam grande influência na concentração de metais na poeira de ambientes internos; sendo assim, recomendaram boas práticas de limpeza e manutenção do sistema de ventilação para redução da exposição infantil à poeira contaminada por metais pesados. Gonzales *et al.* (2004) estudaram os trabalhadores informais e domésticos da cadeia produtiva de joias de Zuni Pueblo, México, e indicaram potencial risco crônico aos metais residuais na poeira, do processo de fabricação de joias aos trabalhadores, principalmente em relação aos metais Ag, Co, Pb, e Cd.

Diante do cenário de exposição existente em Limeira - com possíveis concentrações de metais em poeiras oriundas das soldas de joias e bijuterias no ambiente doméstico, somado a vulnerabilidade da saúde infantil, levanta-se a preocupação com um cenário de potencial exposição, podendo causar danos à saúde e ao desenvolvimento infantil de um contingente

expressivo de indivíduos. Desta forma, é relevante o dimensionamento dos potenciais riscos existentes.

1.4 COLETA DE METAIS EM POEIRA

A coleta de poeira se faz de diversas formas, e a escolha da maneira leva em consideração o custo, transporte e manuseio das amostras. Para isso, podem ser utilizados: amostradores ativos usando bombas de vácuo (Dingle *et al.*, 2021; Ceballos *et al.*, 2022), filtros de ar condicionado (Albar *et al.*, 2019), escova e sacos de polietileno (Chen *et al.*, 2014), lenços de limpeza (Dignam *et al.*, 2014) e placas de petri (Dong *et al.*, 2020). Lewis *et al.* (2012) testaram a limpeza de superfícies voltada para a redução da carga doméstica de Pb, através do uso de: lenços eletrostáticos, lenços úmidos, toalhas de papel com detergente não iônico e aspiradores, padronizando a poeira contendo Pb <75 µm, e as reduções de Pb foram de 89% ± 8%, 91% ± 4%, 81% ± 17% e 92% ± 4%, respectivamente.

Especificamente quanto ao uso de lenços eletrostáticos, se trata de um método fácil de usar, barato e confiável para coletar poeiras transportadas pelo ar em larga escala (Noss *et al.*, 2010), além de não precisar de fonte de energia para seu uso, já que se trata de um pano de limpeza vendido comercialmente, produzido com poliestireno hidroentrelaçado e fibras de polipropileno (Lewis *et al.*, 2012), que em contato com uma superfície dura cria uma carga eletrostática que poderia atrair a poeira. Normand *et al.* (2016) mostraram que uma única coleta de poeira com o lenço eletrostático é comparável à soma de várias coletas diárias de ar para fungos.

Adicionalmente, a coleta passiva de poeiras em uma superfície elevada tem a vantagem de padronizar a superfície do amostrador e o tempo de coleta, além de provavelmente capturar poeira transportada pelo ar, ao invés de partículas baseadas no piso, que poderiam nunca chegar a contribuir suficientemente para a exposição humana. Assim, os lenços eletrostáticos tem sido frequentemente usados em estudos científicos, inclusive para quantificar a presença de micróbios em ambientes internos (Adams *et al.*, 2015), tornando-se assim um método inovador, tendo em vista principalmente os poucos estudos onde foram usados para avaliar a quantidade de metais em ambientes fechados (Harper *et al.* 2002, Beaucham *et al.* 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a concentração de EPTs em poeira presente no ambiente doméstico de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira, São Paulo, e sua potencial associação com os respectivos biomarcadores de exposição em crianças destas famílias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Quantificar as concentrações dos EPTs: metais Cr, Sn, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, e Pb, e o semimetal As, na poeira dos domicílios, através de um método de baixo custo;
- b) Correlacionar as concentrações de EPTs na poeira e no sangue de crianças participantes das famílias de trabalhadores informais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho consistiu na coleta e análise de amostras de poeira acumulada no interior das residências e análise de dados secundários de EPTs no sangue de crianças de famílias de trabalhadores informais da produção de joias e bijuterias de Limeira, São Paulo.

3.1 POPULAÇÃO DE ESTUDO

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, CAAE 26665319.3.0000.5421 e, os participantes assinaram um Termo de Consentimento para participação (Anexo I).

Esse estudo faz parte de um projeto maior, intitulado “A era "omics" voltada para a sociedade: o impacto do trabalho formal e informal sobre o expossoma dos trabalhadores com ênfase em metabolômica, transcriptômica e lipidômica”, do grupo de pesquisa eXsat, no qual, também foram coletadas amostras de sangue, unha, urina e saliva, de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira, e de sangue e urina de crianças residentes nos mesmos domicílios. Assim, levando em consideração o projeto maior e suas variáveis, exclusivamente para este estudo, participaram 21 domicílios de trabalhadores informais (expostos) e 23 domicílios controles. Para seleção dos domicílios expostos foram consideradas famílias em que havia ao menos um membro da família que trabalhasse com solda de joias e bijuterias no ambiente domiciliar e informal. Esta amostra de conveniência foi selecionada com o apoio firmado com a Secretaria de Saúde de Limeira (Anexo II), e foi possível o acesso às famílias por meio dos Centros de Saúde da Família (CSF) e dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS), que indicaram famílias que potencialmente poderiam participar do estudo.

Para seleção dos domicílios controles foi atendido o critério de não haver nenhum membro da família que trabalhasse com atividades que envolviam a exposição a produtos químicos. Os domicílios controles foram selecionados contando, a partir dos domicílios expostos, o quarto domicílio no sentido horário de frente para rua. Em caso negativo para o critério de inclusão dos moradores deste domicílio, passava-se a contar novamente, e no quarto domicílio era realizado o convite para participação no estudo, conforme realizado em estudos anteriores do grupo de pesquisa eXsat (Ferreira *et al.*, 2019).

Como parte da avaliação da exposição, foram aplicados questionários às famílias referentes aos produtos químicos utilizados, tempo de exposição, turnos de trabalho, ambiente de trabalho, condições de ventilação, utilização de equipamento de proteção pessoal, e a presença e tempo de exposição das crianças nos ambientes (AIHA, 2006). Além disso, foi preenchido um diário de trabalho pelos trabalhadores para quantificar as horas trabalhadas durante os períodos de coleta das amostras de poeira (14 a 17 dias), e os trabalhadores registraram o tempo dedicado ao trabalho de solda e o local onde trabalharam durante o período de coleta.

3.2 COLETA DE AMOSTRAS

Para a coleta das amostras de poeira, foram usados Lenços Eletrostáticos de Poeira da marca Swiffer® (Procter & Gamble®). O lenço eletrostático consiste em um método passivo de amostragem de poeira que tem apresentado diferentes utilidades, inclusive como uma ferramenta para avaliar a exposição à poeira no ar e constituintes microbianos. Os lenços foram previamente testados para os metais de interesse e tais resultados foram usados como brancos analíticos, a fim de garantir que as amostras coletadas não fossem influenciadas pela introdução de contaminantes no campo ou de laboratório (USEPA, 1992).

Inicialmente, foram testados lenços eletrostáticos da marca HiperClean® entre os dias 15 e 29 de agosto de 2019 em três casas onde havia pelo menos uma pessoa que trabalhasse com solda de joias e bijuterias em Limeira – SP. Três lenços foram mantidos por aproximadamente 14 dias conforme o método descrito e dois lenços foram usados para limpar os móveis próximos à área de trabalho nas residências. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Quantificação em µg de EPTs em lenços eletrostáticos HiperClean®

Amostra	Cr	Mn	Ni	Zn	As	Cu	Cd	Sn	Pb
Controle	0,9	7,8	< 0,6*	69,9	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	0,6
Casa 1	2,4	6,2	1,7	114,9	< 0,6*	26,0	33,0	< 0,6*	3,6
Casa 2	< 0,6*	2,9	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	5,1	1,0	< 0,6*	0,2
Casa 3	< 0,6*	4,9	0,5	3,6	< 0,6*	3,1	1,1	< 0,6*	< 0,6*
Lenço de Limpeza na Casa 2	5,6	61,0	12,6	112,7	< 0,6*	36,6	2,7	0,8	5,6
Lenço de Limpeza na Casa 3	7,1	83,0	4,5	707,3	< 0,6*	136,0	14,0	18,2	49,2

* Valor abaixo do limite de detecção do método analítico.

Além disso, foram testados posteriormente lenços eletrostáticos limpos da marca Swiffer®. Os resultados são apresentados na Tabela 3. Cabe mencionar, que os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3 foram, excepcionalmente, analisados por ICP-EOS.

Tabela 3. Quantificação em μg de EPTs em lenços eletrostáticos Swiffer®

Amostra	Cr	Mn	Ni	Zn	As	Cu	Cd	Sn	Pb
Replicata 01	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	2,8	< 0,6*	1,1	< 0,6*	< 0,6*	0,6
Replicata 02	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	0,9	< 0,6*	7,3	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*
Replicata 03	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	2,0	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*	< 0,6*

* Valor abaixo do limite de detecção do método analítico.

Todos os materiais utilizados para o armazenamento e transporte de amostras, tais como as pastas, foram previamente limpos com ácido nítrico durante a noite e testados para os EPTs utilizando análises XRF. Todas as pastas e lacres foram mantidos em ácido nítrico 10% durante uma noite, enxaguados com água destilada e, posteriormente secos à temperatura ambiente, a fim de evitar a migração de elementos metálicos para os lenços eletrostáticos.

Os lenços são panos de limpeza secos, com dimensões de 26,5 cm x 20,3 cm. Foram colocados dois lenços sobre pastas plásticas, e estas fixadas nas paredes, entre 1,5 e 2,0 metros de altura, próximo ao local de trabalho, durante aproximadamente 14 dias. A Foto 1 exemplifica a forma como os lenços foram dispostos nas paredes, próximos as mesas de solda, sobre as pastas plásticas. Posteriormente, as pastas foram fechadas e transportadas ao laboratório em temperatura ambiente (Noss *et al.*, 2008). Em um estudo desenvolvido por Kilburg-Basnyat *et al.* (2016), sugeriram-se que lenços eletrostáticos com mais de 14 dias de exposição poderiam perder a carga eletrostática. Todas as amostras foram coletadas em duplicata, identificadas para cada residência, e abertas apenas no momento da análise para evitar a contaminação externa.



Foto 1. Ilustração da disposição dos lenços posicionados em local próximo a mesa de trabalho de solda.

Além dos lenços colocados em residências do grupo exposto, foram colocados lenços em residências próximas que não realizavam qualquer tipo de trabalho que envolvia a exposição química, denominado grupo controle. Nos domicílios controle, os lenços foram colocados no ambiente declarado pelo morador como aquele de maior convivência da família, em especial as crianças.

Também foram coletadas amostras de poeira superficial diretamente das mesas de trabalho dos soldadores, onde foi utilizado para limpar parte da bancada, armazenado em sacos plásticos herméticos e depois transportado para o laboratório. Todas as áreas limpas foram medidas e registradas.

3.3 PREPARO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE POEIRA

Todas as amostras deste estudo foram analisadas no Centro de Tecnologia e Metalurgia dos Materiais/Laboratório de Processos Metalúrgicos (CTMM/LPM) do IPT, sob responsabilidade do Professor Maciel Santos Luz, com acompanhamento da autora deste estudo.

Para a análise química, foram usados tubos que passaram por processo de descontaminação, com adição de 10 ml de ácido nítrico 32,5% m/v e, posteriormente, levados a altas temperaturas no digestor micro-ondas a 130°C, em um intervalo de 15 minutos, e mantidos a temperatura final do sistema durante 10 minutos. Após o resfriamento, os mesmos foram enxaguados com água ultrapura.

A metodologia de preparo das amostras foi desenvolvida no próprio IPT, e consistiu na extração ácida com forno micro-ondas (modelo Ethos UP, Milestone), sem filtração, pois os lenços se dissolveram durante a extração ácida. Cada amostra coletada em um lenço eletrostático foi cortada em 4 partes com uma tesoura de aço inox limpa com álcool etílico, e cada parte foi introduzida em um tubo de PTFE com capacidade de 100 ml com uma pinça plástica limpa com água ultrapura a cada troca. Adicionou-se 12 ml de ácido nítrico 65 % m/v, 2 ml de peróxido de hidrogênio 35% m/v, e 0,4 ml de ácido fluorídrico 48% m/v (Wang *et al.*, 1996). Os tubos foram fechados e colocados no digestor à temperatura de 130 °C com rampa de 15 minutos e patamar de 10 minutos. As soluções finais foram transferidas para tubos cônicos e avolumadas para 50 ml com água ultrapura e pesadas antes e depois de serem

congeladas, para então serem analisadas por ICP-MS (Karthikeyan *et al.*, 2006). Foi utilizado como material de referência o SRM NIST 1648A – Material Urbano Particulado (Lum *et al.*, 1982), o qual foi adicionado sobre um lenço limpo e submetido ao processo de dissolução ácida com forno micro-ondas e depois analisado por ICP-MS, através do mesmo procedimento adotado para as amostras. Os resultados do material de referência se encontram apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos para uso do Material de Referência

	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Pb
Valores Certificados (ppm)	402	790	81	610	4800	115,5	73,7	X	65555
Valores Determinados Médios (ppm)	452	755	77	612	4622	113	71	140	6322
Recuperação (%) *	112	96	95	100	96	98	96	X	96

* (Valores Determinados/ Valores Certificados) x 100

Além da avaliação da recuperação dos valores certificados do Material de Referência, também foram realizados Testes de Adição e Recuperação com o próprio material (Teste Spike), onde foram adicionadas concentrações conhecidas de todos os EPT à solução proveniente da dissolução do material. Os resultados do Teste Spike do material de referência se encontram apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados obtidos para uso do Material Certificado de Referência (CRM) – Teste Spike.

	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Pb
CRM concentração em solução (ppb)	5,806	16,499	1,446	12,776	121,781	2,538	1,61	3,428	143,078
Spike (ppb)	0,3125	3,125	0,0625	3,125	3,125	0,0625	0,0625	0,3125	0,3125
CRM concentração determinada em solução após teste (ppb)	6,263	19,066	1,356	14,685	111,31	2,539	1,637	3,942	145,672
Recuperação (%)	102	97	90	92	89	98	98	105	102

Os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ), respectivamente, em µg/lenço, foram: Cr (0,1667 / 0,5154), Mn (0,0049 / 0,0076), Ni (0,2954 / 0,3197), Cu (0,0050 / 0,0085), Zn (0,1124 / 0,1354), As (0,0032 / 0,0064), Cd (0,0004 / 0,0012), Sn (0,0035 / 0,0084), e Pb (0,0006 / 0,0011). Para a conversão do LD em concentração, o desvio padrão foi dividido pelo coeficiente angular da curva analítica, sendo o resultado final representado pela Equação 1. Cabe mencionar que foi realizada a calibração externa.

$$LD = 3\sigma / s \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

σ = Desvio padrão

s = coeficiente angular da curva analítica de calibração.

Na Tabela 6 são apresentados os dados obtidos para construção das curvas de calibração de cada um dos EPTs, apresentando a razão massa carga, intervalo linear e o coeficiente de calibração.

Tabela 6. Faixas lineares da curva de calibração

	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Pb
Razão massa carga monitorada (M/Z)	52	55	60	63	66	75	111	118	208
Modo de leitura	SQ-KED								
Intervalo linear (ppb)	2,5 a 320	7 a 400	2 a 320	3 a 1600	3 a 3200	0,125 a 32	0,002 a 32	0,156 a 160	0,039 a 160
Coeficiente de determinação	0,9969	0,9826	0,9976	0,9991	0,9982	0,9983	0,9999	1	0,9974

3.4 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE PÓ DE SOLDA

Foram feitas medições dos EPTs no pó e fio de solda usado nas joias e bijuterias em 17 domicílios do grupo exposto, com o uso do analisador portátil de Fluorescência de Raio-X Niton™ XL2 XRF Analyzer da Thermo Fischer™, durante as atividades de campo. Para tanto, o equipamento foi posicionado firmemente próximo ao pó ou fio de solda por um período de 30 segundos com o gatilho apertado (Silva *et al.*, 2018). Além disso, o equipamento era calibrado sempre que ligado, a fim de manter a exatidão nas medições (Silva *et al.*, 2018). Cabe mencionar que nem todos os domicílios de expostos haviam solda em pó ou fio durante o período de coleta de amostras.

3.5 DADOS SECUNDÁRIOS

Os dados referentes as concentrações de EPTs no sangue das crianças são secundários e foram cedidos exclusivamente para este estudo pela coordenadora do projeto (KPKO), como parte do projeto FAPESP nº 2018/18381-0 (Salles *et al.*, 2021). Os dados incluíram as concentrações de EPT no sangue de 29 crianças, sendo 14 expostos (9 famílias) e 15 controles (14 famílias) com idades entre 1 e 11 anos. As amostras de sangue foram coletadas (Salles *et al.*, 2021) juntamente com as amostras de poeira das residências, entre Outubro e Novembro de 2019.

A metodologia da coleta de sangue é detalhada em Salles *et al.*, 2021. Brevemente, as coletas foram realizadas por enfermeiro qualificado que coletou seis mililitros de sangue em tubos heparinizados livres de oligoelementos (Vacutainer®). As amostras biológicas foram então armazenadas a -80 °C antes de serem transferidas para o laboratório do IPT, onde a determinação de EPT foi realizada através do uso do ICP-MS.

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote estatístico R e RStudio (versão 1.3.1093). As concentrações de metais analisadas na poeira foram expressas utilizando estatísticas descritivas, incluindo mínimo e máximo, desvio padrão, média geométrica, e o 95º percentil de cada elemento. Os participantes foram estratificados por grupo de expostos e controles. Também, foram realizados Teste t de Student e Teste de Mann-Whitney, de acordo com a distribuição das variáveis a partir do teste de Normalidade de Shapiro-Wilk, para a poeira acumulada durante aproximadamente 14 dias, além da concentração de EPT no sangue das crianças de acordo com os grupos, exposto e controle. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para os valores $p < 0,05$.

Também, foram calculadas correlações não paramétricas de Spearman para avaliar correlações univariadas das concentrações de EPT na poeira doméstica e no sangue das crianças, número de trabalhadores e tempo de trabalho, concentração de EPTs na poeira depositada por aproximadamente 14 dias e na poeira coletada através da limpeza das mesas de trabalho das soldadoras de acordo com a infraestrutura física dos ambiente de trabalho (áreas do ambiente, de janelas, portas e altura do teto), e também para os diferentes métodos de coleta

de amostras de poeira (lenços expostos durante aproximadamente 14 dias e limpeza das mesas de trabalho).

Para as concentrações de EPT nas amostras de sangue e poeira abaixo do limite de detecção (LD), foi atribuído um valor de LD/2 (Croghan *et al.*, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões elaborados a partir dos dados coletados nesse estudo são apresentados em artigo científico descrito a seguir, conforme detalhado no capítulo de Materiais e Métodos da presente dissertação.

4.1 ARTIGO

A Low-Cost Method Shows Potentially Toxic Element Levels in Dust Correlated with Elevated Blood Levels of These Chemicals in Children Exposed to an Informal Home-Based Production Environment

Fairah Barrozo ¹, Gilmar Alves de Almeida ², Maciel Santos Luz ² and Kelly Polido Kaneshiro Olympio ^{1,*}

¹Department of Environmental Health, School of Public Health, University of São Paulo, Sao Paulo 01246-904, Brazil

² Advanced Materials, Laboratory of Metallurgical Processes, Institute for Technological Research of the State of São Paulo, Sao Paulo 05508-901, Brazil

* Author to whom correspondence should be addressed.

Abstract: Dust is recognized as a route of exposure to environmental pollutants. The city of Limeira, Sao Paulo state, Brazil, is a production center for jewelry and fashion jewelry, where part of this jewelry production is home-based, informal, and outsourced. The aim of this study was to evaluate exposure to Potentially Toxic Elements (PTE: Cr, Sn, Mn, Sb, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, and As) in dust among children from households of informal workers using electrostatic dust cloths (EDC). Dust samples were collected in 21 exposed and 23 control families using EDC from surfaces where dust deposits had accumulated for approximately 14 days. In exposed families, dust samples were also collected from welders' workstations. PTE concentrations were then determined using inductively coupled mass spectrometry (ICP-MS). The results raised concerns in relation to Cr, As, and Cd exposure among children within the informal home-based production environment. Blood PTE concentrations in children showed a moderate correlation with levels of Cr (Rho 0.40), Zn (Rho -0.43), and As (Rho 0.40), and a strong correlation with Cd (Rho 0.80) ($p < 0.05$), detected in dust. In conclusion, analyzing dust collected using EDC proved a potentially low-cost tool for determining PTE in dust. In addition, the results confirmed that informal home-based work poses a risk for children residing in these households. Public policies are needed to assist these families and promote better conditions of occupational health and safety for the whole family.

Keywords: blood; metals; child; environmental exposure; occupational exposure; dust; child health; worker health

1. Introduction

Cottage industries are a subgroup of informal work characterized by artisan and craft production, usually with family participants and carried out within homes or backyards [1] as opposed to companies or purpose-built facilities [2]. This type of occupational activity is often outsourced and associated with the use of hazardous substances, such as lead, arsenic, and cadmium [3], with examples including cottage industries, subsistence fishing, artisanal pot making, battery dismantling, artisanal gold mining [2], and jewelry manufacturing.

A study of homes in Zuni Pueblo, New Mexico, a production center for this cottage industry, showed that residual metals from the jewelry-making process were a potential risk for chronic, low-level exposure to metals, such as silver, copper, lead, and cadmium [4]. However, it is difficult to convince workers who develop occupational diseases of the link between their exposure to hazardous materials and resultant illness. Furthermore, all members of the worker's family can be at risk, including young children and infants residing in the same environment [1]. Young children can be at particular risk because they spend more time at home, especially those engaging in hand-to-mouth behavior [3] and in the habit of eating non-nutritive substances (pica) [3,5].

A previous study investigated exposure to metals among people making cookware in informal foundries in South Africa [6]. The authors found a statistically significant difference in blood lead levels (BLL) between the group of artisanal pot makers and the non-exposed group on quantile regression ($p = 0.0003$). Moreover, the analysis of pot makers' handwipes pre- and post-work revealed variable exposure to Al, As, Ba, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, U, V, Zn, and Zr. Another study compared a small group of children with neurological complaints, such as convulsions and drowsiness, to a control group in Mumbai, a city which has a booming artificial jewelry cottage industry [7]. Mean BLL was 42.6 ± 22.5 $\mu\text{g/dL}$ (range 16.6–85.4) in the exposed group versus 8.7 ± 1.2 $\mu\text{g/dL}$ (range 7.0–10.2) in the control group, a statistically significant difference ($p < 0.001$) [7]. In addition, 80.0% of the exposed group had a history of lead smelting activities within the home to produce artificial jewelry, compared with only 35.7% of controls [7].

In Bangladesh, there are lead acid battery manufacturing industries, predominantly cottage industries with small, poorly ventilated environments [8]. A study involving these workers

found high blood lead concentrations averaging 65.25 $\mu\text{g/dL}$, where 84% of the workers had blood Pb concentrations $> 40 \mu\text{g/dL}$ [8]. Moreover, in Indonesia, 69.5% of the children living near a lead acid battery recycling site (deactivated but still working illegally) had high blood lead levels $> 10 \mu\text{g/dL}$ [9]. Also, dust and blood samples of pottery artisans, in Brazil, showed an excessive exposure to Pb during the pottery-glazing process, which 2.3% of the artisans had blood lead levels above 40 $\mu\text{g/dL}$ [10]. The city of Limeira, Brazil, is a large center of jewelry and fashion jewelry production [11] with a unique home-based outsourced informal production process. The exposure scenario is complex, with multiple sources of Potentially Toxic Elements (PTE), such as chrome (Cr), manganese (Mn), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), antimony (Sn), and lead (Pb). Workers, and especially their children, are exposed to occupational exposure levels [12,13]. Moreover, most workers engaged in soldering and similar activities do not use personal protective equipment (PPE) [12], further increasing exposure levels.

Children breathe air faster as a function of their lower body weight, and their skin more readily absorbs some harmful substances [14]. Children's immune systems are also more vulnerable, as their organs have not fully matured, especially during the development of the central nervous system between the age of 6 months and 3 years [14,15]. Dust intake by infants and young children is proportionally higher than for other age groups [16]. Therefore, informal, outsourced, home-based jewelry production raises concern because of the potential presence of dust metals from welding processes. Thus, the aim of this study was to evaluate children's exposure to metals in house dust by determining PTE levels in household dust, through a low-cost method, and correlating them with blood PTE concentrations. Furthermore, the exposure scenario was evaluated, yielding recommendations of actions to protect the children's health.

2. Materials and Methods

2.1. Study population

The present investigation is part of a larger research study, "The 'omics' era applied to society: the impact of formal and informal labor on the exposome of workers with an emphasis on metabolomics, transcriptomics and lipidomics" by the Human Exposome Research Group of the School of Public Health, University of São Paulo, which also involved collection of blood, urine, and whole saliva samples from informal workers of Limeira, and of blood and urine from the children who are members of the workers' families.

All of the families participating in this study were volunteers, comprising 21 exposed and 23 control families. The exposed group was made up of families who performed jewelry soldering in the domestic environment. In most cases, the same environment was used for both feeding and work activities, as shown in Figure 1 parts A and B. The families were selected with the assistance of the Health Secretariat of Limeira city. The control group consisted of families with no occupational chemical exposure, selected for invitation by counting the fourth household clockwise facing the street from the exposed households. In the event of refusal to accept the invitation, the neighboring house was invited [12].



Figure 1. Welder's workstations with baby feeding bottle (A) and food items (B). Limeira, 2019.

2.2. *Dust sample collection*

Dust samples were collected with EDC (Procter and Gamble®) cloths. One EDC was placed inside an open pre-decontaminated plastic folder and affixed to the wall at a height of 1.5 m for 14 to 17 days before the collection of the biological samples (Figure 2). The folder was subsequently closed and transported to the laboratory at ambient temperature [17]. All of the samples were collected in duplicate, labeled for each household, and opened only at the time of analysis to avoid external contamination.



Figure 2. EDC. Limeira, 2019

This method was adapted to simulate dust accumulation on furniture because prior visits showed that most families did not have furniture from which dust could be collected. In the workers' homes, the EDC was placed near the workstations, whereas in the control group, the EDC was placed in the room where the children spent most of their time (bedroom, living room, or kitchen), as informed by the children's parents or legal guardians.

In addition, surface dust samples were collected directly from welders' workstations. One EDC was used to clean part of the worktop, stored, and then transported in plastic vessels to the laboratory. All the areas cleaned were measured and recorded.

All of the materials used for sample collection and transport, such as the folders, were previously cleaned using nitric acid overnight and tested for PTE using XRF analyses.

2.3. *Dust sample preparation and chemical analysis*

All the EDCs were analyzed at the Institute for Technological Research of the State of São Paulo (IPT). For the chemical analysis, the tubes were decontaminated with the addition of 10 mL of 32.5% m/v nitric acid and heated to a high temperature in a microwave digester. After cooling, the tubes were rinsed with ultrapure water.

The sample preparation involved acid extraction with a microwave oven (Ethos UP model, Milestone). Each EDC sample was cut into four parts with stainless steel scissors previously cleaned with ethyl alcohol. Each part was then placed into a polytetrafluoroethylene tube with plastic forceps and 12 mL of 65% m/v nitric acid, 2 mL of 35% m/v hydrogen peroxide, and 0.4 mL of 48% m/v hydrofluoric acid were then added [18]. The tubes were sealed and placed in the microwave oven. The final solutions were transferred to conical tubes and bulked up with deionized water, and then analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-

MS) [19]. High purity deionized water was obtained using a Milli-Q water purification system (Millipore, Bedford, MA, USA) and used for the preparation of samples and solutions. The standard material NIST 1648A for Particulate Urban Material [20] was used as certified reference material.

The limits of detection (LOD) and quantification (LOQ), respectively, in $\mu\text{g}/\text{cloth}$, were: Cr (0.1667/0.5154), Mn (0.0049/0.0076), Ni (0.2954/0.3197), Cu (0.0050/0.0085), Zn (0.1124/0.1354), As (0.0032/0.0064), Cd (0.0004/0.0012), Sn (0.0035/0.0084), and Pb (0.0006/0.0011).

2.4. *Exposure questionnaires*

As part of the exposure assessment, questionnaires were applied to the families regarding the chemicals used, exposure time, work shifts, working environment, ventilation conditions, use of personal protective equipment, and the presence and exposure time of children in the dwellings [21]. Additionally, a work diary was filled out by the workers engaged in soldering to quantify the hours worked during the dust sample collection periods (14 to 17 days), during which the EDC was placed in the homes. To this end, workers reported the time dedicated to soldering work and the place where they worked during the study period.

2.5. *XRF measurements*

PTEs were determined in the solder powders and wires used for the jewelry and fashion jewelry production at the 17 exposed families' homes using a Thermo Fisher TM portable X-Ray Fluorescence Analyzer (NitonTM XL2[®]). Not all of the exposed families had solder powders and wires in the residence during the sample collection period.

All the measurements were performed in situ at workers' homes during the collection of dust samples in October and November 2019.

The analyzer was placed close to the material for 30 s with the trigger pulled [22] and readings were stored in the device until being downloaded to its program software, Standard Thermo ScientificTM Niton Data Transfer (NDTTM). Additionally, for quality control, the device was calibrated, every time it was turned on, by standardization and measurement of a specific stainless-steel alloy (alloy 316) [13] and was previously calibrated by the manufacturer before commencement of the study.

2.6. *Secondary data variables*

As part of the larger research study by our group, the cited data on blood PTE concentrations of the children were obtained previously [23]. This dataset included concentrations from 29 children, comprising 14 exposed individuals (9 families) and 15 control individuals (14 families) aged 1–11 years. The blood samples were collected at the same time [23] as the dust samples at each house, between October and November 2019.

The blood collection methodology has been described elsewhere [23]. Briefly, the collections were performed by a trained nurse who collected six milliliters of whole blood in heparinized tubes free of trace elements (Vacutainer®). The biological samples were then stored at -80 °C before being transferred to the laboratory of the IPT, where determination of PTE was carried out using ICP-MS, in the same manner as for the dust samples.

2.7. *Data processing and statistical treatment*

All statistical analyses were performed using the R and RStudio statistical package (version 1.3.1093). The concentrations of metals analyzed in the dust were expressed using descriptive statistics, including minimum and maximum, standard deviation, geometric mean (GM), and the 95th percentiles of each element. Participants were stratified by exposure group (exposed or control). In addition to comparison tests, Student's t-test and the Mann–Whitney test were performed, according to the distribution of the variables. Results were considered statistically significant for p-values < 0.05. Nonparametric Spearman correlations were computed to assess univariate correlations of PTE levels in house dust with concentrations in children's blood, number of workers and work time, and also for different dust sample collection methods.

Elemental concentrations in blood and dust samples below the limit of detection (LOD) were assigned a value of LOD/2 [24].

3. Results

The participants (n = 44) comprised 21 exposed and 23 control families. One of the exposed family used two rooms for working and three workstations. Correspondingly, two dust samples were collected from the rooms for approximately 14 days after installation of EDC (14 days before blood sample collection) and three dust samples were collected from the welders' workstations. Most of the welders were women (n = 41). Regarding the exposed group, the welders reported using chemical products during their work process, such as acid and soldering powder (23.8%), acid and soldering wire (23.8%), and soldering powder alone (47.6%).

Furthermore, only 19.0% of the workers who engaged in soldering stated that they used PPE during the work, such as safety glasses, dust masks or respirators, face shields, gloves, and protective clothing. Overall, 42.9% of the welders stated that they used ventilation systems, while 80.9% worked with doors and windows open or in the open air. A total of 80.9% of welders stated that they worked in living rooms, bedrooms, laundry rooms, and backyards, as shown in Table 1. In 42.9% of households, welding activities were shared by spouses, siblings, and friends.

Table 1. Distribution of demographic characteristics and working conditions of study population by group. Limeira, Brazil, 2019.

Characteristics	N	%
Total number of participating families	44	100.0
Exposed	21	47.7
Control	23	52.3
Total number of participating children	29	100.0
Exposed	14	48.3
Control	15	51.7
Exposed group	21	
Chemicals used		
Acid and soldering powder	5	23.8
Acid and soldering wire	5	23.8
Soldering powder alone	10	47.6
None	1	4.8
Use of personal protective equipment		
Yes	4	19.0
No	17	80.9
Use of ventilation system		
Yes	9	42.9
No	12	57.1
Place of work		
Living room	3	14.3
Kitchen	1	4.8
Bedroom	2	9.5
Laundry	1	4.8
Work room	4	19.0
Open area (backyard)	10	47.6
Use of natural ventilation		
All doors and windows left open	17	80.9
Doors open and windows closed	2	9.5
Depends on temperature	1	4.8
Other	1	4.8

PTE concentrations in the house dust samples collected over approximately 14 days were significantly higher ($p < 0.05$) in the exposed group for all PTE included in this study, but levels of the elements detected in these accumulated dust samples (worktop cleaning) from homes in the exposed group were not correlated with concentrations found in welders' workstation dust, except for Sn ($p < 0.05$) (Table 2).

Table 2. PTE levels ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) in dust samples by group. Limeira, Brazil, 2019.

	Accumulated Dust ^a						Welders' Workstation Dust ^b			
	Exposed		Control		Total		<i>p</i> -Value ^c	Exposed		
	N = 21		N = 23		N = 44			N = 21		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	<i>p</i> -Value ^d	
Cr	0.0061	0.0130	0.0004	0.0003	0.0032	0.0094	<0.05	0.11	0.53	>0.05
Mn	0.0052	0.0034	0.0014	0.0011	0.0033	0.0031	<0.05	0.01	0.03	>0.05
Ni	0.3979	0.2099	0.0005	0.0003	0.1948	0.2478	<0.05	0.02	0.11	>0.05
Cu	0.0044	0.0034	0.0004	0.0006	0.0024	0.0031	<0.05	0.26	0.73	>0.05
Zn	0.3483	1.3181	0.0002	0.0000	0.1704	0.9274	<0.05	0.46	0.91	>0.05
As	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	<0.05	0.00	0.00	>0.05
Cd	0.0017	0.0028	0.0000	0.0000	0.0009	0.0021	<0.05	0.03	0.09	>0.05
Sn	0.0529	0.2105	0.0001	0.0002	0.0259	0.1479	<0.05	0.07	0.17	<0.05
Pb	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	0.06	0.13	-

SD—Standard Deviation; <LOD—Below limit of detection. ^a Dust collected for approximately 14 days after installation of EDC. ^b Dust collected from welders' workstations. ^c Mann–Whitney test in exposed and control groups for dust deposits on EDC after approximately 14 days. ^d Spearman correlation between accumulated dust deposits on EDC after approximately 14 days and dust deposits on welders' workstations.

The PTE concentrations in Table 2 were calculated based on the area cleansed for the samples collected from welders' workstations and on the exposed EDC area for the accumulated dust samples.

The levels of Pb detected did not exceed the LOD in any of the dust samples collected for approximately 14 days. Additionally, PTEs in solder powders and wires were determined using a field-portable X-ray fluorescence analyzer, except for As. The following values for Cd (geometric mean (GM): 53,927.21 ppm; standard deviation (SD): 32,806.44 ppm; range: 5209.72–165,296.14 ppm), Cr (GM: 4115.78 ppm; SD: 2810.68 ppm; range: 465.31–14,550.51 ppm), Mn (GM: 1161.33 ppm; SD: 460.50 ppm; range: 1050.71–1471.06 ppm) and Ni (GM: 524.22 ppm; SD: 291.83 ppm; range: 102.03–1015.37 ppm) were found for solder powders only, while a value of Pb (GM: 249,973.13 ppm; SD: 165,157.41 ppm; range: 5840.90–522,785.34 ppm) was determined for solder wires only (Table 3), consistent with the results found in the dust exposure samples. Additionally, Cu and Zn were higher in solder powders and Sn was higher in solder wires.

Table 3. PTE levels (ppm) in soldering powders and wires. Limeira, Brazil, 2019.

	Soldering Powders N = 13			Soldering Wires N = 4		
	GM ^a	SD ^b	Min–Max	GM ^a	SD ^b	Min–Max
Cd	53,927	32,806	5209–165,296	<LOD	<LOD	<LOD
Mn	1161	460	1050–1471	<LOD	<LOD	<LOD
Ni	524	291	102–1015	<LOD	<LOD	<LOD
Cu	314,720	101,971	34,242–497,231	1800	8155	546–23,599
Zn	201,336	68,072	19,732–317,607	873	1159	202–2931
Cr	4115	2810	465–14,550	<LOD	<LOD	<LOD
Sn	1462	1244	635–5743	597,797	157,267	473,193–966,567
Pb	<LOD	<LOD	<LOD	249,973	165,157	5,840–522,785

<LOD—Below limit of detection. ^a GM—Geometric mean. ^b SD—Standard Deviation.

Spearman correlations between PTE concentrations in dust samples and the number of welders working in the same room and work time were not statistically significant ($p > 0.05$).

Moreover, Spearman correlations between PTE concentrations and the physical infrastructure of the workspaces (area, doors and windows areas, and ceiling height) were heterogeneous (Table 4). The correlation of PTE determined in dust deposits (cleaning worktop) (exposed group) with the area was statistically significant for Zn (Spearman correlation coefficient: $Rho = 0.57$) and Sn ($Rho = 0.54$), with door area for Mn ($Rho = 0.71$) and Sn ($Rho = 0.45$), and with ceiling height for Zn ($Rho = 0.47$), $p < 0.05$. Regarding the

control group, correlations of PTE determined in dust deposits were statistically significant ($p < 0.05$) only with ceiling height for Cr (Rho = 0.48), Mn (Rho = 0.44), As (Rho = 0.65) and Sn (Rho = 0.46). Although PTE concentrations in welders' workstation dust proved statistically significant ($p < 0.05$) with area for Ni (Rho = 0.45) and Zn (Rho = 0.44) and with door area for Zn (Rho = 0.42), the correlation between window area and PTE dust deposits was not statistically significant ($p > 0.05$).

Table 4. p-Values of Spearman correlations between PTE levels in dust samples and physical infrastructure by group. Limeira, Brazil, 2019.

	Accumulated dust ^a																Welders' workstation dust ^b							
	Area		Window area				Door area				Ceiling height				Area		Window area		Door area		Ceiling height			
	Exposed		Control		Exposed		Control		Exposed		Control		Exposed		Control		Exposed		Control		Exposed		Control	
	N=21		N=23		N=21		N=23		N=21		N=23		N=21		N=23		N=21		N=21		N=21		N=21	
	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>	<i>Rho</i>	<i>p-value</i>
Cr	0.10	>0.05	-0.29	>0.05	-0.43	>0.05	0.08	>0.05	0.20	>0.05	-0.26	>0.05	-0.17	>0.05	0.48	<0.05	0.20	>0.05	-0.22	>0.05	0.29	>0.05	0.02	>0.05
Mn	0.40	>0.05	-0.34	>0.05	0.04	>0.05	-0.04	>0.05	0.71	<0.05	0.01	>0.05	-0.33	>0.05	0.44	<0.05	-0.08	>0.05	-0.15	>0.05	-0.10	>0.05	0.08	>0.05
Ni	0.30	>0.05	-0.11	>0.05	-0.33	>0.05	0.12	>0.05	0.03	>0.05	0.29	>0.05	0.12	>0.05	0.00	>0.05	0.45	<0.05	-0.04	>0.05	0.27	>0.05	0.29	>0.05
Cu	-0.09	>0.05	-0.08	>0.05	0.12	>0.05	0.08	>0.05	-0.06	>0.05	-0.05	>0.05	-0.37	>0.05	0.33	>0.05	0.13	>0.05	-0.11	>0.05	0.10	>0.05	0.05	>0.05
Zn	0.57	<0.05	0.22	>0.05	0.22	>0.05	0.00	>0.05	0.33	>0.05	-0.16	>0.05	0.47	<0.05	0.10	>0.05	0.44	<0.05	0.07	>0.05	0.42	<0.05	0.03	>0.05
As	0.39	>0.05	-0.01	>0.05	-0.45	>0.05	0.18	>0.05	0.38	>0.05	-0.09	>0.05	-0.19	>0.05	0.65	<0.05	0.06	>0.05	-0.39	>0.05	-0.10	>0.05	0.24	>0.05
Cd	-0.19	>0.05	-0.15	>0.05	0.05	>0.05	-0.36	>0.05	-0.22	>0.05	0.08	>0.05	-0.36	>0.05	-0.17	>0.05	0.04	>0.05	0.01	>0.05	0.06	>0.05	0.26	>0.05
Sn	0.54	<0.05	-0.31	>0.05	0.14	>0.05	-0.13	>0.05	0.45	<0.05	0.05	>0.05	0.30	>0.05	0.46	<0.05	0.25	>0.05	-0.29	>0.05	0.32	>0.05	0.21	>0.05
Pb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.30	>0.05	-0.19	>0.05	0.24	>0.05	0.26	>0.05

a Dust collected for approximately 14 days after installation of EDC. b Dust collected from welders' workstations. <LOD—Below limit of detection. <0.05 represents the statistically significant correlations.

3.1. *Socio-Demographic Data and Blood PTE Levels of Children*

The subgroup of children, members of the families assessed, comprised 14 exposed and 15 control children aged 1–11 years. The mean age of the exposed group was 6 years (range: 1–11 years) comprising 4 females and 10 males, whereas the mean age of the control group was 6 years (range: 2–11 years) comprising 8 females and 7 males, showing the homogeneity of participants for the exposure groups. The mean time staying at home during the week for the children was approximately 7 h in both groups, ranging from 3–24 h for the exposed group and 10–24 h for the control group.

The blood samples of the exposed group had a mean and standard deviation (SD) of 1.62 µg/L (0.42), 9.9 µg/L (3.63), 3.35 µg/L (1.03), 1147.31 µg/L (278.13), 3698.25 µg/L (1155.84), 0.40 µg/L (0.19), 0.11 µg/L (0.11), 6.42 µg/L (20.99), and 3.31 µg/dL (2.29) for Cr, Mn, Ni, Co, Zn, As, Cd, Sn, and Pb, respectively. For the control group, the mean (SD) levels in blood were 1.49 µg/L (0.39), 10.43 (3.41), 3.23 µg/L (0.68), 1204.49 µg/L (205.56), 4227.96 µg/L (696.02), 0.34 µg/L (0.22), 0.01 µg/L (0.01), 0.80 µg/L (0.23), and 1.31 µg/dL (0.53) for Cr, Mn, Ni, Co, Zn, As, Cd, Sn, and Pb, respectively. The results showed a statistical difference for Cd and Pb ($p < 0.05$) between the control and exposed groups, as shown in Table 5.

Table 5. Blood PTE levels determined in children. Limeira, Brazil, 2019.

	Exposed			Control			Total			<i>p</i> -Value *
	N = 14			N = 15			N = 29			
	Mean	SD	95th Percentile	Mean	SD	95th Percentile	Mean	SD	95th Percentile	
Cr (µg/L)	1.62	0.42	2.30 (95)	1.49	0.39	2.05 (95)	1.55	0.40	2.27 (95)	>0.05
Mn (µg/L)	9.91	3.63	16.07 (95)	10.43	3.41	16.93 (95)	10.18	3.46	16.64 (95)	>0.05
Ni (µg/L)	3.35	1.03	5.05 (95)	3.23	0.68	4.13 (95)	3.28	0.85	4.81 (95)	>0.05
Cu (µg/L)	1147.31	278.13	1554.40 (95)	1204.49	205.56	1621.93 (95)	1176.90	240.60	1626.90 (95)	>0.05
Zn (µg/L)	3698.25	1155.84	6058.62 (95)	4227.96	696.02	5239.38 (95)	3972.00	966.98	5907.13 (95)	>0.05
As (µg/L)	0.40	0.19	0.78 (95)	0.34	0.22	0.62 (95)	0.37	0.21	0.83 (95)	>0.05
Cd (µg/L)	0.11	0.11	0.30 (95)	0.01	0.01	0.02 (95)	0.06	0.10	0.26 (95)	<0.05
Sn (µg/L)	6.42	20.99	28.51 (95)	0.80	0.23	1.08 (95)	3.61	14.85	1.12 (95)	>0.05
Pb (µg/dL)	3.31	2.29	7.14 (97.5)	1.31	0.53	2.17 (97.5)	2.28	1.90	6.66 (97.5)	<0.05

* Mann–Whitney tests in exposed and control groups, except Cr, Cu, and Zn, for which Student’s t-test was applied. <0.05 represents the statistically significant differences.

Finally, the correlations between concentrations of PTEs in the blood samples and levels in dust deposits collected for approximately 14 days were moderate for Cr, Zn, and As, and strong for Cd. No statistically significant correlations were found between PTE levels in the blood and in dust collected from welders' workstations ($p > 0.05$) (Table 6).

Table 6. Spearman correlations of PTE levels in children's blood (0–11 years) and in dust samples. Limeira, Brazil, 2019.

	Accumulated Dust ^a		Welders' Workstation Dust ^b	
	Total		Exposed	
	N = 29		N = 14	
	Rho	<i>p</i> -Value	Rho	<i>p</i> -Value
Cr	0.40	<0.05	-0.06	>0.05
Mn	-0.11	>0.05	0.05	>0.05
Ni	-0.04	>0.05	-0.46	>0.05
Cu	-0.22	>0.05	0.37	>0.05
Zn	-0.43	<0.05	-0.03	>0.05
As	0.40	<0.05	-0.05	>0.05
Cd	0.80	<0.05	0.08	>0.05
Sn	0.22	>0.05	-0.18	>0.05
Pb	-	-	-0.43	>0.05

^a Dust collected for approximately 14 days after installation of EDC. ^b Dust collected from welders' workstations. Bold represents the statistically significant differences

4. Discussion

To the best of our knowledge, there are few studies [25] investigating the use of EDC in the assessment of PTE exposure, where most studies use EDC to investigate microbiological exposure. However, some studies have used the cloth method to analyze exposure to metals by surface cleaning [26,27]. During the soldering process, workers are often exposed to pollutants, ash and dust, fumes, and hazardous chemicals [28]. The present study found moderate (Cr Rho = 0.40, As Rho = 0.40) and strong (Cd Rho = 0.80) positive correlations between levels of these PTEs in children's blood and in dust deposits collected for approximately 14 days (p -value < 0.05), confirming that PTE concentrations in blood can be influenced by dust concentrations. Oral contact is the most common route of exposure, but inhalation is also an important route [12]. The dust collected from welders' workstations proved to be a less relevant exposure route ($p > 0.05$) for all PTE except Sn. This finding can be explained by the complexity of the informal work scenario, with no fixed workstations or number of workers and the presence of unregistered cleaning routines or accidents related to handling soldering powder, such as

dropping on floors and furniture, in the present study. Despite cleaning routines, the hazard of high PTE concentrations in dust from the floor or the air which can be inhaled or ingested by children remains.

In a previous study, 19 ash and dust samples were collected into glass beakers from jewelry workshops in Bangladesh and high concentrations of the compounds Cd, Cr, Pb, and As were found [28]. Other studies also showed that high metal concentrations in inexpensive jewelry [29,30] were a health concern. High metal concentrations can also pose a health risk after the production process during use of the items by children. High Pb concentrations in low-cost jewelry from Cambodia were detected using X-ray fluorescence (XRF) measurements [31]. These health risks can also be found in developed countries, where high Cd in inexpensive jewelry using XRF measurements was found [29]. Even in jewelry with high surface Cd levels, bioavailability to the wearer during dermal contact was low, although the same does not apply to manufacturing of the jewelry, since solder powder has a high Cd concentration [32].

The results of the present study showed statistically significant differences ($p < 0.05$) between exposed and control groups for blood levels of the metals Cd (mean: Control 0.001 $\mu\text{g/L}$; Exposed 0.011 $\mu\text{g/L}$) and Pb (mean: Control 1.31 $\mu\text{g/dL}$; Exposed 3.31 $\mu\text{g/dL}$). However, on the analysis of blood and dust PTE levels, Spearman correlations revealed statistically significant differences ($p < 0.05$) for Cr, Zn, As, and Cd in dust samples collected for approximately 14 days. A study analyzed associations for isotopic ratios in comparisons between lead concentrations in blood samples from 30 children and environmental samples (floor dust, soil, drinking water and paint) in Australia [33]. The authors concluded that floor dust collected using EDC showed the most significant correlation, as evidenced by regression analyses.

Surface dust samples were collected from the homes of Native American jewelry makers and from homes in which jewelry was not made in New Mexico [4]. The dust samples were collected by cleaning wall and floor areas near the workplace and the dining rooms of control participants, using Whatman® filter paper. The concentrations of Ag, Cu, Ni, Mg, and Sb were significantly higher in exposed homes than in control homes ($p \leq 0.02$). Moreover, Ag, Cu, Sn, B, Ni, Zn, Pb, and Cd concentrations were significantly higher in samples collected in work areas when compared with living areas in exposed homes ($p = 0.02$, paired t-test). These findings are corroborated by the results of the present study, revealing significantly higher concentrations in samples of accumulated dust in the exposed group for all PTEs assessed, except Pb ($p < 0.05$).

The Pb concentrations detected in accumulated dust were below the LOD. Although Pb was found only in soldering wires and not soldering powders, all of the materials (soldering powders and wires, jewelry, and acids) are employed informally and have no clear provenance and/or instructions on use and safety. Blood lead levels (BLL) of the children in the exposed group reached 7.5 $\mu\text{g}/\text{dL}$, and the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC), based on results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), has determined a Blood Lead Reference Value (BLRV) of 3.5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ [34]. The BLRV of the CDC serves as a guide to determine medical or environmental actions and prioritize communities for actions preventing exposure. No safe BLL in children exists, where even low levels can cause harm [35]. Children are especially sensitive to Pb damage, principally because their central nervous system is still developing and more vulnerable to toxic agents [5]. In Latin America, there is a dearth of legal instruments on exposure to lead [36]. In a study of 29 children (15 cases and 14 controls) from Mumbai exposed to a jewelry cottage industry, the authors described cases with neurological symptoms of seizures ($n = 12$) and drowsiness ($n = 3$), and mean blood lead level of cases was $42.6 \pm 22.5 \mu\text{g}/\text{dL}$ (range 16.6–85.4 $\mu\text{g}/\text{dL}$) proving significantly higher in these exposed children than in controls (mean BLL $8.7 \pm 1.2 \mu\text{g}/\text{dL}$, range 7.0–10.2 $\mu\text{g}/\text{dL}$) ($p < 0.001$) [7].

A previous study of the same population of welders analyzed PTE concentrations in air of the breathing zone of the workers and in the blood of the workers and their relatives within the same household, raising concerns about the concentrations of Ni and Cd [12]. Moreover, PTEs are often intentionally added to jewelry items because they are good coating agents, can lower manufacturing costs, improve workability, produce shiny surfaces, and mimic famous jewelry items [30]. Blood PTE concentrations in adults from the same population were measured, showing higher blood levels in the exposure group for As ($0.44 \mu\text{g L}^{-1}$), Cd ($0.21 \mu\text{g L}^{-1}$) and Pb ($1.88 \mu\text{g L}^{-1}$) compared to the control group ($0.35 \mu\text{g L}^{-1}$, $0.01 \mu\text{g L}^{-1}$ and $1.04 \mu\text{g L}^{-1}$ for As, Cd, and Pb, respectively) [23].

Regarding physical infrastructure, correlations between physical infrastructure and dust PTE concentrations in the present investigation were heterogeneous. Another study measured the accumulation rate of ash and dust in jewelry workshops in Bangladesh by weighing the passive samples, the calculated accumulation rate of ash showed no strong correlation with workshop size or number of jewelry workers [28]. However, a slight difference was observed between the different types of manufacturing units, where smelting, polishing, cutting, and enameling units produced more ash and dust than soldering activities. It is important to note

that a large number of households did not have appropriate workspaces, with rooms divided using cloth and cardboard, potentially impacting air circulation and results.

This study has some limitations. First, dust and children's blood sampled only once during the year, where the relationships observed between study variables and PTE concentrations may vary by season and work demand. Second, the number of participants was small, preventing different interactions from being further explored. The primary reason for parents or legal guardians refusing to participate was not wanting their child to have a venous blood draw. Third, only one exposure pathway was analyzed, namely, dust, but other pathways such as water, soil from the unpaved yard, and paint from the walls should be further analyzed. However, accessing home-based welders is difficult because most live in areas of high social vulnerability, change work constantly, and principally, the production of informal jewelry is not regulated by law and, therefore, most workers do not want to be exposed to authorities. Last, some studies have used different kinds of cloths to analyze metal exposure by cleaning surfaces [26,37], but Swiffer cloths were used in the present study as they are both accessible and low-cost and have proven effective for the proposed application.

5. Conclusions

The study results highlighted concerns regarding children's exposure to Cr, As, and Cd within the informal home-based environment. It is important to foster actions promoting safety, including preventing the involvement of children in this type of labor and restricting their access to workspaces and materials. In addition, EDC represents a potentially low-cost tool for evaluating PTE exposure, particularly in highly vulnerable areas and in studies with limited funding.

Author Contributions

Conceptualization, F.B. and K.P.K.O.; methodology, K.P.K.O., F.B., M.S.L. and G.A.d.A.; fieldwork, F.B.; software, F.B.; validation, K.P.K.O.; formal analysis, F.B., M.S.L. and G.A.d.A.; resources, K.P.K.O., M.S.L. and G.A.d.A.; data curation, F.B.; writing—original draft preparation, F.B.; writing—review and editing, K.P.K.O., M.S.L. and G.A.d.A.; supervision, K.P.K.O.; project administration, K.P.K.O.; funding acquisition, K.P.K.O., M.S.L. and G.A.d.A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This study was supported by grants from the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2018/18391-0, 2017/20752-8, 2014/50887-4) and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). K.P.K.O. is the recipient of a scholarship from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, #314637/2021-4).

Institutional Review Board Statement

The study was approved by the Ethics Committee of School of Public Health of University of São Paulo (CAAE 26665319.3.0000.5421).

Informed Consent Statement

Informed consent was obtained from all subjects involved in the study. Written informed consent has been obtained from the patient(s) to publish this paper.

Data Availability Statement

Not applicable.

Acknowledgments

The authors extend their thanks to the volunteers who agreed to participate in the study and acknowledge the support of the Health Secretariat of Limeira city, including all health agents and the coordinator of Limeira's primary healthcare units.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. McCann, M. Hazards in Cottage Industries in Developing Countries. *Am. J. Ind. Med.* **1996**, *30*, 125–129. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

2. Mathee, A.; Street, R.; Teare, J.; Naicker, N. Lead exposure in the home environment: An overview of risks from cottage industries in Africa. *Neurotoxicology* **2020**, *81*, 34–39. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Teare, J.; Kootbodien, T.; Naicker, N.; Mathee, A. The Extent, Nature and Environmental Health Implications of Cottage Industries in Johannesburg, South Africa. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2015**, *12*, 1894–1901. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Gonzales, M.; Shah, V.; Bobelu, A.; Qualls, C.; Natachu, K.; Bobelu, J.; Jamon, E.; Neha, D.; Paine, S.; Zager, P. Concentrations of Surface-Dust Metals in Native American Jewelry-Making Homes in Zuni Pueblo, New Mexico. *Arch. Environ. Health* **2004**, *59*, 245–249. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Olympio, K.P.K.; Gonçalves, C.; Günther, W.M.R.; Bechara, E.J.H. Neurotoxicity and aggressiveness triggered by low-level lead in children: A review. *Rev. Panam. Salud. Publica* **2009**, *26*, 266–275. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Street, R.A.; Goessler, W.; Naidoo, S.; Shezi, B.; Cele, N.; Rieger, J.; Ettinger, K.; Reddy, T.; Mathee, A. Exposure to lead and other toxic metals from informal foundries producing cookware from scrap metal. *Environ. Res.* **2020**, *191*, 109860. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Goel, A.D.; Chowgule, R.V. Outbreak investigation of lead neurotoxicity in children from artificial jewelry cottage industry. *Environ. Health Prev. Med.* **2019**, *24*, 30. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
8. Ahmad, S.A.; Khan, M.H.; Khandker, S.; Sarwar, A.F.M.; Yasmin, N.; Faruquee, M.H.; Yasmin, R. Blood Lead Levels and Health Problems of Lead Acid Battery Workers in Bangladesh. *Sci. World J.* **2014**, *2014*, 974104. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
9. Irawati, Y.; Kusnoputranto, H.; Achmadi, U.F.; Safrudin, A.; Sitorus, A.; Risandi, R.; Wangsamuda, S.; Asih, P.B.S.; Syafruddin, D. Blood lead levels and lead toxicity in children aged 1-5 years of Cinangka Village, Bogor Regency. *PLoS ONE* **2022**, *17*, e0264209. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
10. Bandeira, M.J.; Santos, M.R.; Cardoso, M.S.; Hlavinicka, N.; Anjos, A.L.S.; Wândega, E.L.; Bah, H.A.F.; Oliva, S.T.; Rocha, A.R.; Souza-Júnior, J.A.; et al. Assessment of potters' occupational exposure to lead and associated risk factors in Maragogipinho, Brazil: Preliminary results. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* **2021**, *94*, 1061–1071. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
11. Lacorte, L.E.C.; Vilela, R.A.G.; Silva, R.C.; Chiesa, A.M.; Tulio, E.S.; Franco, R.R.; Bravo, E.S. The knots in the network for eradicating child labor in the production of jewelry and

- costume jewelry in Limeira-SP. (in Portuguese). *Rev. Bras. Saúde Ocup.* **2013**, *38*, 199–215. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
12. Ferreira, A.P.S.S.; Pereira, E.C.; Salles, F.J.; Silva, F.F.; Batista, B.L.; Handakas, E.; Olympio, K.P.K. Home-based and informal work exposes the families to high levels of potentially toxic elements. *Chemosphere* **2019**, *218*, 319–327. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 13. Salles, F.J.; Tavares, D.J.B.; Freire, B.M.; Ferreira, A.P.S.S.; Handakas, E.; Batista, B.L.; Olympio, K.P.K. Home-based informal jewelry production increases exposure of working families to cadmium. *Sci. Total Environ.* **2021**, *785*, 147297. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 14. USEPA. United States Environmental Protection Agency. *Guide to Considering Children's Health When Developing EPA Actions: Implementing Executive Order 13045 and EPA's Policy on Evaluating Health Risks to Children*; EPA: Washington, DC, USA, 2006.
 15. Tong, S.T.Y.; Lam, K.C. Home sweet home? A case study of household dust contamination in Hong Kong. *Sci. Total Environ.* **2000**, *256*, 115–123. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 16. Schultz, I.R.; Cade, S.; Kuo, L.J. The Dust Expossome. In *Unraveling the Expossome*; Dagnino, S., Macherone, A., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019; pp. 247–254. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 17. Noss, I.; Wouters, I.M.; Visser, M.; Heederik, D.J.J.; Thorne, P.S.; Brunekreef, B.; Doekes, G. Evaluation of a Low-Cost Electrostatic Dust Fall Collector for Indoor Air Endotoxin Exposure Assessment. *Appl. Environ. Microbiol.* **2008**, *74*, 5621–5627. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
 18. Wang, C.F.; Huang, M.F.; Chang, E.E.; Chiang, P.C. Assessment of closed vessel digestion methods for elemental determination of airborne particulate matter by ICP-AES. *Anal. Sci.* **1996**, *12*, 201–207. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 19. Karthikeyan, S.; Joshi, U.M.; Balasubramanian, R. Microwave assisted sample preparation for determining water-soluble fraction of trace elements in urban airborne particulate matter: Evaluation of bioavailability. *Anal. Chim. Acta* **2006**, *576*, 23–30. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 20. Lum, K.R.; Betteridge, J.S.; Macdonald, R.R. The potential availability of P, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in urban particulate matter. *Environ. Technol. Lett.* **1982**, *3*, 57–62. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 21. American Industrial Hygiene Association. *A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures*, 4th ed.; American Industrial Hygiene Association: Washington, DC, USA, 2015. [[Google Scholar](#)]

22. Silva, J.P.R.; Salles, F.J.; Leroux, I.N.; Ferreira, A.P.S.S.; Silva, A.S.; Assunção, N.A.; Nardocci, A.C.; Sato, A.P.S.; Barbosa, F., Jr.; Cardoso, M.R.A.; et al. High blood lead levels are associated with lead concentrations in households and day care centers attended by Brazilian preschool children. *Environ. Pollut.* **2018**, *239*, 681–688. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
23. Salles, F.J.; Luz, M.S.; Olympio, K.P.K. Occupational exposure to potentially toxic elements in home-based and informal workers. In Proceedings of the Abstract, 33rd Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, New York, NY, USA, 23–26 August 2021; Environmental Health Perspectives: Durham, UK, 2021. [[Google Scholar](#)]
24. Croghan, C.; Egeghy, P.P. Methods of Dealing With Values Below the Limit Of Detection Using SAS. In Proceedings of the Southeastern SAS User Group, St. Petersburg, FL, USA, 22–24 September 2003. [[Google Scholar](#)]
25. Lewis, R.D.; Ong, K.H.; Emo, B.; Kennedy, J.; Brown, C.A.; Condoor, S.; Thummalakunta, L. Do new wipe materials outperform traditional lead dust cleaning methods? *J. Occup. Environ. Hyg.* **2012**, *9*, 524–533. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
26. Harper, M.; Hallmarka, T.S.; Bartolu, A.A. A comparison of methods and materials for the analysis of leaded wipes. *J. Environ. Monit.* **2002**, *4*, 1025–1033. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Cox, J.; Indugula, R.; Vesper, S.; Zhu, Z.; Jandarov, R.; Reponen, T. Comparison of indoor air sampling and dust collection methods for fungal exposure assessment using quantitative PCR. *Environ. Sci. Process Impacts* **2017**, *19*, 1312–1319. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Sikder, A.M.; Hossain, T.; Khan, M.H.; Hasan, M.A.; Fakhruzzaman, M.; Turner, J.B.; Pestov, D.; McCallister, L.S.; Elahi, K.M. Toxicity assessment of ash and dust from handmade gold jewelry manufacturing workshops in Bangladesh. *Environ. Monit. Assess* **2017**, *189*, 279. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
29. Kern, M.S.; Boron, M.L.; Weidenhamer, J.D. Buyer beware: Inexpensive, high cadmium jewelry can pose severe health risks. *Sci. Total Environ.* **2021**, *764*, 142926. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
30. Adie, G.U.; Oyebade, E.O.; Atanda, B.M. Preliminary Study of Heavy Metals in Low-Cost Jewelry Items Available in Nigerian Markets. *J. Health Pollut.* **2020**, *10*, 201202. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

31. Murphy, T.; Lim, S.; Kim, S.; Irvine, K.; Chaiwat, W.; Wilson, K. Metal Contamination in Low-Cost Jewelry and Toys in Cambodia. *J. Health Pollut.* **2016**, *6*, 47–57. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
32. Pouzar, M.; Zvolská, M.; Jarolím, O.; Vavrušová, L.A. The Health Risk of Cd Released from Low-Cost Jewelry. *Int. J. Environ.* **2017**, *14*, 520. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
33. Gulson, B.; Anderson, P.; Taylor, A. Surface dust EDC are the best predictors of blood leads in young children with elevated blood lead levels. *Environ. Res.* **2013**, *126*, 171–178. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
34. Centers for Disease Control and Prevention. USA. 2022. Available online: <https://www.cdc.gov/nceh/lead/data/blood-lead-reference-value.htm> (accessed on 25 March 2022).
35. Ruckart, P.Z.; Jones, R.L.; Courtney, J.G.; LeBlanc, T.T.; Jackson, W.; Karwowski, M.P.; Cheng, P.; Allwood, P.; Svendsen, E.R.; Breysse, P.N. Update of the Blood Lead Reference Value-United States, 2021. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **2021**, *70*, 1509–1512. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
36. Olympio, K.P.K.; Gonçalves, C.G.; Salles, F.J.; Ferreira, A.P.S.S.; Soares, A.S.; Buzalaf, M.A.R.; Cardoso, M.R.A.; Bechara, E.J.H. What are the blood lead levels of children living in Latin America and the Caribbean? *Environ. Int.* **2017**, *101*, 46–58. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
37. Beaucham, C.; Ceballos, D.; King, B. Lessons learned from surface wipe sampling for lead in three workplaces. *J. Occup. Environ. Hyg.* **2017**, *14*, 611–619. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os lenços eletrostáticos são panos comercializados para uso na limpeza doméstica e, portanto, de fácil acesso e baixo custo. Seu uso no estudo demonstrou ser coerente para quantificação de EPT no ambiente de trabalho doméstico informal, apresentando correlações positivas para Cr, As e Cd, mesmo que analisando apenas a poeira depositada e, portanto, as partículas de maior tamanho, e que efetivamente poderiam não ser inaladas. Os lenços são usados de diversas formas na literatura, Dignam *et al.* (2014), por exemplo, usaram para limpeza, coletando a poeira da entrada, da área de lazer da criança e da janela do quarto da criança, e encontraram concentrações de Pb média de 66,2 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$, 49,3 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$ e 396,4 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$, respectivamente. Adicionalmente, esta metodologia de uso dos lenços eletrostáticos pode servir para mensuração das partículas sedimentáveis, levando em consideração que os lenços eletrostáticos mediram a concentração por área, durante 14 dias, levando em conta que os lenços eletrostáticos podem perder a carga eletrostática após este período (Kilburg-Basnyat *et al.*, 2016).

Inicialmente, pretendia-se estudar a poeira depositada em móveis presentes nos domicílios de trabalhadores informais de joias e bijuterias, porém, devido às condições socioeconômicas da população, observaram-se poucos móveis nos ambientes. Desta forma, foram usadas pastas plásticas, limpas com ácido nítrico para padronizar a altura de coleta da poeira nas residências. Além disso, o transporte das amostras não exigiu altos custos, já que foram transportadas em temperatura ambiente. Portanto, o uso de lenços eletrostáticos se demonstrou de baixo custo, viabilizando a coleta de poeira para análise de EPTs, principalmente quando há pouca disponibilidade de recursos financeiros para coleta, transporte e armazenamento de amostras.

Outro ponto em destaque, é a concentração de Zn no sangue das crianças que apresentou correlação significativamente negativa ($Rho = -0,43$) para a poeira depositada por aproximadamente 14 dias nas residências, indicando que quanto maior a concentração de Zn na poeira, menor seria a concentração do metal no sangue das crianças. Tal fato precisa ser estudado em profundidade. A média da concentração de Zn no sangue do grupo controle (4227,96 $\mu\text{g}/\text{L}$) foi maior que a média do grupo exposto (3698,25 $\mu\text{g}/\text{L}$), o que poderia indicar a existência de outra fonte de exposição do grupo controle.

Outro metal de relevância para este estudo foi o Sn, o qual apresentou correlação positiva para as concentrações encontradas na poeira acumulada durante aproximadamente 14 dias e na poeira das mesas de solda, indicando que sua presença pode estar fortemente relacionada à produção de joias, e que este pode atingir tanto as partículas maiores e, portanto, aquelas que tendem a sedimentar próximas a atividade de solda, quanto aquelas mais finas, levadas pelo ar.

O Cd também se apresentou como um metal importante para exposição, já que foi o único a apresentar diferença estatisticamente significativa entre as concentrações no sangue das crianças do grupo controle e exposto, e correlação positiva entre as concentrações no sangue das crianças e na poeira acumulada no lenço eletrostático durante aproximadamente 14 dias. É um metal de meia-vida longa de 10 a 30 anos no corpo humano e que se acumula normalmente nos rins, fígado, ossos e outros, podendo causar danos irreversíveis (Wang *et al.*, 2021). E também pode estar naturalmente presente no solo (Oliveira *et al.*, 2014), indicando que pode existir outras fontes. Porém, o já citado estudo de Moitra *et al.* (2014) corrobora os nossos resultados, indicando que trabalhadores do setor de joias na Índia também estariam expostos ao Cd, apresentando estresse oxidativo.

Outro fato importante é a heterogeneidade da carga horária de trabalho estudada. Os trabalhadores declararam trabalhar em média cerca de 55 horas semanais, porém quando observado o tempo anotado diariamente pelo trabalhador, observou-se uma média de aproximadamente 38 horas semanais, variando entre 0 e 145 horas semanais, corroborando a indicação dos trabalhadores de trabalharem por demanda e, portanto, sem horário definido. Esta é uma característica marcante do trabalho informal na produção destes acessórios.

Cabe mencionar que, apesar da dificuldade de identificar a população trabalhadora, devido ao receio de serem expostos, neste estudo foi possível identificar que apenas 19% dos trabalhadores indicaram o uso de equipamentos de proteção individual e 19% indicaram ter um área específica de trabalho, sugerindo ser baixa a percepção do risco aos quais os trabalhadores e pessoas próximas estão submetidas. Também, o já citado estudo de Pereira *et al.* (2020) observou que as crianças e adolescentes pertencentes às famílias de trabalhadores informais, entre 11 e 17 anos de idade, e que auxiliavam no trabalho informal durante as férias, tinham seu lazer e sono prejudicados, exemplificando a influência deste tipo de atividade em toda família.

Desta forma, quanto às características socioeconômicas da população, observou-se de forma geral condições limitadas, porém não foram inseridas informações quanto a isso nos questionários, o que poderá ser incluído em estudos futuros, a fim de caracterizar de forma adequada a população, além de apoiar a elaboração de medidas que auxiliem a população a diminuir a exposição e melhorem as percepções de risco relacionadas ao trabalho e a saúde nas diferentes esferas (população, agentes de saúde e Secretaria de Saúde Municipal), através de campanhas de risco e vigilância em articulação com a população.

6 CONCLUSÕES

As concentrações de Cr, As e Cd no sangue das crianças mostram correlações positivas com a poeira depositada por aproximadamente 14 dias nas residências. Os resultados do presente estudo apontaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nas concentrações no sangue para os metais Cd e Pb, entre os grupos exposto e controle. Desta forma, os resultados reforçam a importância de se promover ações para a segurança e saúde infantil, como evitar o envolvimento de crianças neste tipo de trabalho e restringir o acesso ao ambiente de trabalho e aos materiais. Cabe ressaltar que a exposição aos EPTs pode representar um risco inclusive aos trabalhadores e familiares expostos, e não somente para as crianças, as quais são mais vulneráveis.

Além disso, até onde sabemos, há poucos estudos que utilizam lenços eletrostáticos na avaliação da exposição a EPT, mesmo tratando-se de um método acessível, barato e que provou ser eficaz para a aplicação proposta. Desta forma, os lenços eletrostáticos provaram ser uma opção de baixo custo para avaliar a exposição a EPT, particularmente em áreas altamente vulneráveis e em estudos com financiamento limitado.

6 REFERÊNCIAS

- Ackland ML, Michalczyk AA. Zinc and infant nutrition. *Arch Biochem Biophys*. 2016; 611:51-57.
- Adams RI, Tian Y, Taylor JW, Bruns TD, Hyvärinen A, Täubel M. Passive dust collectors for assessing airborne microbial material. *Microbiome*. 2015; 3: 1-11.
- Adekola, FA, Dosumu, OO. Heavy metal determination in household dust from Ilorin City, Nigeria. *J. Nigeria Soc for Exp Bio*. 2001; 3:217 – 21.
- Ahlström MG, Menné T, Thyssen JP, Johansen JD. Nickel allergy in a Danish population 25 years after the first nickel regulation. *Contact Dermatitis*. 2017; 76: 325–32.
- Albar HMSA, Ali N, Eqani SAMAS, Alhakamy NA, Nazar E, Rashid MI, Shahzad K, Ismail IMI. Trace metals in different socioeconomic indoor residential settings, implications for human health via dust exposure. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2020; 189:109927.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). *A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures*. 3° ed. Washington: American Industrial Hygiene Association; 2006.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile for Copper*. Estados Unidos; 2004.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile For Tin And Tin Compounds*. Estados Unidos; 2005a.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile for Zinc*. Estados Unidos; 2005b.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile For Arsenic*. Estados Unidos; 2007.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Public Health Statement Chromoum*. Estados Unidos; 2012.
- Beaucham C, Ceballos D, King B. Lessons learned from surface wipe sampling for lead in three workplaces. *J Occup Environ Hyg*. 2017; 14:611-9.
- Chen K, Huang L, Yan B, Li H, Sun H, Bi J. Effect of lead pollution control on environmental and childhood blood lead level in Nantong, China: an interventional study. *Environ Sci Technol*. 2014;48:12930-6.
- Chiou Y, Wong R, Chao M, Chen C, Liou S, Lee H. Nickel Accumulation in Lung Tissues Is Associated With Increased Risk of p53 Mutation in Lung Cancer Patients. *Environ Mol Mutagen*. 2014; 55:624-32.
- Ceballos DM, Dong Z, Peters JL, Herrick RF, Gupta P, Spengler JD. Metals dust in workers' homes and potential for take home in the Greater Boston area: Pilot study. *Environ Res*. 2022; 209:112893.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). *Ficha de Informação Toxicológica Estanho*. São Paulo; 2017.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). *Ficha de Informação Toxicológica Zinco*. São Paulo; 2018.
- Croghan, C, Egeghy PP. *Methods of Dealing With Values Below The Limit Of Detection Using SAS*. Presented at Southeastern SAS User Group, St. Petersburg, FL, September 22-24, 2003.

- Cui XY, Li SW, Zhang SJ, Fan YY, Ma LQ. Toxic metals in children's toys and jewelry: Coupling bioaccessibility with risk assessment. *Environ Pollut.* 2015; 200:77-84.
- Darus FM, Nasir RA, Sumaria SM, Ismaila ZS, Omar NA. Heavy Metals Composition of Indoor Dust in Nursery Schools Building. *Procedia - Social and Behavioral Sci.* 2012; 38: 169-75.
- De Miguel E, Iribarren I, Chacón E, Ordoñez A, Charlesworth S. Risk-based evaluation of the exposure of children to trace elements in playgrounds in Madrid (Spain). *Chemosphere.* 2007; 66: 505-5.
- Dignam T, Pomales A, Werner L, Newbern EC, Hodge J, Nielsen J, Grober A, Scruton K, Young R, Kelly J, Brown MJ. Assessment of Child Lead Exposure in a Philadelphia Community, 2014. *J Public Health Manag Pract.* 2019;25:53-61.
- Dingle JH, Kohl L, Khan N, Meng M, Shi YA, Pedroza-Brambila M, Chow CW, Chan AWH. Sources and composition of metals in indoor house dust in a mid-size Canadian city. *Environ Pollut.* 2021; 289:117867.
- Dong C, Taylor MP, Gulson B. A 25-year record of childhood blood lead exposure and its relationship to environmental sources. *Environ Res.* 2020;186:109357.
- Etulain CR. Capítulo 1 – A Microrregião de Limeira, o Setor de Semijoias e as Contribuições de Pesquisas da FCA/UNICAMP. In: Gemma SFB, Lima FT, Viganô MMS. *Produção de Semijoias em Limeira – SP – Conexões entre Vida, Trabalho e Família.* Campinas: BCCL/Unicamp; 2021. 22:43.
- Ferreira APSS, Pereira EC, Salles FJ, Silva FF, Batista BL, Handakas E, Olympio KPK. Home-based and informal work exposes the families to high levels of potentially toxic elements. *Chemosphere.* 2019; 218: 319 – 27.
- Ferreira APSS, Tavares DJB, Pereira EC, Salles FJ, Luz MS, Vilela RAG, Olympio KPK. CAPÍTULO 5 - Trabalho Precário na Produção Domiciliar de Semijoias e Bijuterias: lacunas entre a regulação e a proteção do trabalhador. In: Gemma SFB, Lima FT, Viganô MMS. *Produção de Semijoias em Limeira – SP – Conexões entre Vida, Trabalho e Família.* Campinas: BCCL/Unicamp; 2021. 102:20.
- Gadogbe M, Bao W, Wels BR, Dai SY, Santillan DA, Santillan MK, Lehmler HJ. Levels of Tin and Organotin Compounds in Human Urine Samples from Iowa, United States. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2019; 54: 884–90.
- Genchi G, Sinicropi MS, Lauria G, Carocci A, Catalano A. The Effects of Cadmium Toxicity. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:3782.
- Gil F, Rato M, Monteiro A, Parente J, Aranha J. Occupational lichenoid allergic contact dermatitis caused by tin. *Contact Dermatitis.* 2019; 81:71–3.
- Goel AD, Chowgule RV. Outbreak investigation of lead neurotoxicity in children from artificial jewelry cottage industry. *Environ Health Prev Med.* 2019; 24: 30.
- Gonzales M, Shah V, Bobelu A, Qualls C, Natachu K, Bobelu J, Jamon E, Neha D, Paine S, Zager P. Concentrations of Surface-Dust Metals in Native American Jewelry-Making Homes in Zuni Pueblo, New Mexico. *Arch Environ Health.* 2004; 59: 245–9.
- Hamann D, Thyssen JP, Hamann CR, Hamann C, Menné T, Johansen JD, Spiewak R, Maibach H, Lundgren L, Lidén C. Jewelry: alloy composition and release of nickel, cobalt and lead assessed with the EU synthetic sweat method. *Cont Derm.* 2015; 73:231–8.

- Harper M, Hallmarka TS, Bartolu AA. A comparison of methods and materials for the analysis of leaded wipes. *J. Environ. Monit.* 2002; 4:1025–33.
- IARC. Internacional Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans - Chromium, Nickel and Welding. 1990; 49: 49-256.
- IARC. Internacional Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry. 1993; 58: 119-238.
- IARC. Internacional Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans - Inorganic and Organic Lead Compounds. 2006; 87: 1-529.
- IARC. Internacional Agency for Research on Cancer. Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts – a Review of Human Carcinogens. 2012; 100c: 41-468.
- IARC. International Agency for Research on Cancer [internet]. France: 2020 [Access in 14 out 2020]. Available in: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>
- Karthikeyan S, Joshi UM, Balasubramanian R. Microwave assisted sample preparation for determining water-soluble fraction of trace elements in urban airborne particulate matter: Evaluation of bioavailability. *Anal Chim Acta.* 2006; 576: 23-30.
- Kilburg-Basnyat B, Metwali N, Thorne PS. Performance of Electrostatic Dust Collectors (EDCs) for Endotoxin Assessment in Homes: Effect of Mailing, Placement, Heating and Electrostatic Charge. *J Occup Environ Hyg.* 2016; 13: 85–93
- Kurt-Karak PB. Determination of heavy metals in indoor dust from Istanbul, Turkey: Estimation of the health risk. *Envir Int.* 2012; 50:47–55.
- Lee JJ, Valeri L, Kapur K, Sharif MO, Hasan I, Quamruzzaman Q, Wright RO, Bellinger DC, Christiani DC, Mazumdar M. Growth parameters at birth mediate the relationship between prenatal manganese exposure and cognitive test scores among a cohort of 2- to 3-year-old Bangladeshi children. *Int J Epidemiol.* 2018; 47: 1169–79.
- Lewis RD, Ong KH, Emo B, Kennedy J, Brown CA, Condoor S, Thummalakunta L. Do New Wipe Materials Outperform Traditional Lead Dust Cleaning Methods?. *J Occu Env Hyg.* 2012; 9:524-33.
- Lima FT. CAPÍTULO 3 - O Processo Criativo na Produção em Série: o trabalho na fabricação de semijoias. In: Gemma SFB, Lima FT, Viganô MMS. *Produção de Semijoias em Limeira – SP – Conexões entre Vida, Trabalho e Família.* Campinas: BCCL/Unicamp; 2021. 102:20.
- Lum KR, Betteridge JS, Macdonald RR. The potential availability of P, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in urban particulate matter. *Env Tech Letters.* 1982; 3: 1-11.
- Markovac J, Goldstein GW. Picomolar concentrations of lead stimulate brain protein kinase C. *Nature.* 1988; 334:71-3.
- McCann M. Hazards in Cottage Industries in Developing Countries. *Am J Ind Med.* 1996; 30:125-9.
- Mielke HW. Research ethics in pediatric environmental health: Lessons from lead Author links open overlay panel. *Neurotoxicol Teratol.* 2002; 24: 467–9.
- Moitra S, Brashier BB, Sahu S. Occupational Cadmium Exposure-Associated Oxidative Stress and Erythrocyte Fragility Among Jewelry Workers in India. *Am J Ind Med.* 2014; 57:1064–72.

- Monteiro LR, Lange CN, Freire BM, Pedron T, Silva JJC, Junior AMM, Pegoraro C, Busanello C, Batista BL. Inter- and intra-variability in the mineral content of rice varieties grown in various microclimatic regions of southern Brazil. *J Food Comp Anal.* 2020; 92:103535.
- Moya J, Phillips L. A review of soil and dust ingestion studies for children. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2014; 24: 545–54.
- Normand AC, Ranque S, Cassagne C, Gaudart J, Sallah K, Charpin DA, Piarroux R. Comparison of Air Impaction and Electrostatic Dust Collector Sampling Methods to Assess Airborne Fungal Contamination in Public Buildings. *Ann Occup Hyg.* 2016; 60:161–75.
- Noss I, Wouters IM, Visser M, Heederik DJJ, Thorne PS, Brunekreef B, Doekes G. Evaluation of a Low-Cost Electrostatic Dust Fall Collector for Indoor Air Endotoxin Exposure Assessment. *Appl Environ Microbiol.* 2008; 74:5621–7.
- Noss I, Doekes G, Sander I, Heederik DJJ, Thorne PS, Wouters IM. Passive Airborne Dust Sampling with the Electrostatic Dustfall Collector: Optimization of Storage and Extraction Procedures for Endotoxin and Glucan Measurement. *Ann Occup Hyg.* 2010; 54: 651–8.
- Oberdörster G, Oberdörster E, Oberdörster J. Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles. *Environmental Health Perspectives.* 2005; 113: 823-39.
- OEHHA. California Office for Environmental Health Hazard Assessment. Chemical Databases. [internet]. USA: 2020 [Accesso em 05 out 2020]. Available in: <https://oehha.ca.gov/node/11208>.
- Oliveira VH, Abreu CA, Coelho RM, Melo LCA. Cadmium background concentrations to establish reference quality values for soils of São Paulo State, Brazil. *Environ Monit Assess.* 2014; 186:1399–1408.
- Olympio, KPK, Gonçalves C, Günther WMR, Bechara EJH. Neurotoxicity and aggressiveness triggered by low-level lead in children: a review. *Rev Panam Salud Publica.* 2009; 26:266–75.
- Olympio KPK, Oliveira PV, Naozuka J, Cardoso MR, Marques AF, Günther WM, Bechara EJH. Surface dental enamel lead levels and antisocial behavior in Brazilian adolescents. *Neurotoxicol Teratol.* 2010; 32: 273-9.
- Olympio KPK, Silva JPR, Silva AS, Souza VCO, Buzala MAR, Barbosa Jr. F, Cardoso MRA. Blood lead and cadmium levels in preschool children and associated risk factors in São Paulo, Brazil. *Env Pol.* 2018; 240: 831-8.
- Peng Y, Hu J, Lia Y, Zhang B, Liu W, Li H, Zhang H, Hu C, Chen X, Xia W, Lu S, Xu S. Exposure to chromium during pregnancy and longitudinally assessed fetal growth: Findings from a prospective cohort. *Environ Int.* 2018; 121: 375-82.
- Pereira, EC; Ferreira, APSS ; Sato, APS; Fischer, FM; Olympio, KPK. Home-based outsourced informal work by children and adolescents impacts sleep and leisure-a preliminary study. *Environ Sci Pollut Res.* 2020;27 :32754–61.
- Rahman MS, Khan MDH, Jollya YN, Kabir J, Akter S, Salamb A. Assessing risk to human health for heavy metal contamination through street dust in the Southeast Asian Megacity: Dhaka, Bangladesh. *Sci Total Environ.* 2019; 660: 1610–22.
- Román LE , Gomez ED, Solís JL, Gómez MM. Antibacterial Cotton Fabric Functionalized with Copper Oxide Nanoparticles. *Molecules.* 2020; 25:1-21.

Riccò M, Cattani S, Signorelli C. Zinc exposure for female workers in a galvanizing plant in Northern Italy. *Int J Occup Med Environ Health*. 2018; 31:113-24.

Rokoff L. Prenatal exposure to mixtures of environmental chemicals and adolescent internalizing behaviors in the New Bedford Cohort. In: ORAL SESSION 7, Parallel 3, 32nd Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology; 24-27 August 2020; Washington USA. International Society For Environmental Epidemiology; 2020. 49.

Salles FJ, Luz MS, Olympio KPK. Occupational exposure to potentially toxic elements in home-based and informal workers. In: Abstract, 33rd Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology; August 23-26 2021; Nova Iorque, EUA. Durham: Environmental Health Perspectives; 2021.

Sanders A. Critical windows of prenatal and early life exposure to toxic metals and early childhood kidney function. In: ORAL SESSION 16, Parallel 1, 32nd Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology; 24-27 August 2020; Washington USA. International Society For Environmental Epidemiology; 2020. 138.

Schullehner J, Thygesen M, Kristiansen SM, Hansen B, Pedersen CB, Dalgaard S. Exposure to Manganese in Drinking Water during Childhood and Association with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Nationwide Cohort Study. *EHP*. 2020; 128:09700401-10.

Schultz IR, Cade S, Kuo LJ. The Dust Exposome. In: Dagnino S, Macherone A editores. *Unraveling the Exposome*. Suíça: Springer, 2019. 247-54.

Shibata T, Meng C, Umoren J, West H. Risk Assessment of Arsenic in Rice Cereal and Other Dietary Sources for Infants and Toddlers in the U.S. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 13: 361-71.

Sikder AM, Hossain T, Khan MH, Hasan MA, Fakhruzzaman M, Turner JB, Pestov D, McCallister LS, Elahi KM. Toxicity assessment of ash and dust from handmade gold jewelry manufacturing workshops in Bangladesh. *Environ Monit Assess*, 2017.189-279.

Silva JPR, Salles FJ, Leroux IN, Ferreira APSS, Silva AS, Assunção NA, Nardocci AC, Sato APS, Barbosa Jr. F, Cardoso MRA, Olympio KPK. High blood lead levels are associated with lead concentrations in households and day care centers attended by Brazilian preschool children. *Environ Pollut*. 2018; 239: 681-8.

Sobel M. Low-level exposure to multiple metals associated with spirometry-defined lung disease in American Indians: Evidence from the Strong Heart Study. In: Oral Session 25, Parallel 3, 32nd Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology; 24-27 August 2020; Washington USA. International Society For Environmental Epidemiology; 2020. 233.

Tan SY, Praveena SM, Abidin EZ, Cheema MS. A review of heavy metals in indoor dust and its human health-risk implications. *Rev Environ Health*. 2016; 31(4): 447–56.

Tavares DJB. Relatório Científico Parcial - Avaliação da presença de elementos potencialmente tóxicos em joias e bijuterias produzidas no arranjo produtivo informal e domiciliar de Limeira - São Paulo. São Paulo; 2019.

Teare J, Kootbodien T, Naicker N, Mathee A. The Extent, Nature and Environmental Health Implications of Cottage In-dustries in Johannesburg, South Africa. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2015; 12: 1894-901.

- Tong S, Von Schirnding YE, Prapamontol T. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions. *Bulletin of the World Health Organization*. 2000; 78: 1068-77.
- Tong STY, Lam KC. Home sweet home? A case study of household dust contamination in Hong Kong. *Sci Total Environ*. 2000; 256: 115-23.
- USEPA. United States Environmental Protection Agency. Guidelines for Exposure Assessment. Estados Unidos; 1992.
- USEPA. United States Environmental Protection Agency. Guide to Considering Children's Health When Developing EPA Actions: Implementing Executive Order 13045 and EPA's Policy on Evaluating Health Risks to Children. Estados Unidos: EPA, 2006.
- Vilela RAG, Ferreira MAL. Nem tudo brilha na produção de joias de Limeira – SP. *Produção*. 2008; 18:183-94.
- Wang CF, Huang MF, Chang EE, Chiang PC. Assessment of closed vessel digestion methods for elemental determination of airborne particulate matter by ICP-AES. *An Sci*. 1996; 12: 201-7.
- Wang M, Chen Z, Song W, Hong D, Huang L, Li Y. A review on Cadmium Exposure in the Population and Intervention Strategies Against Cadmium Toxicity. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2021; 106:65–74.
- Walker-Smith PK, Keith DJ, Kennedy CTC, Sansom JE. Allergic contact dermatitis caused by copper. *Contact Dermatitis*. 2016; 75: 180–94.
- WHO Regional Office for Europe. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. Copenhagen; 2007.
- Willoughby JL, Bowen CN. Zinc deficiency and toxicity in pediatric practice. *Curr Opin Pediatr*. 2014; 26:579-84.
- Xia H, Ying S, Feng L, Wang H, Yao C, Li T, Zhang Y, Fu S, Ding D, Guo X, Tong Y, Wang X, Chen Z, Jiang Z, Zhang X, Lemos B, Lou J. Decreased 8-oxoguanine DNA glycosylase 1 (hOGG1) expression and DNA oxidation damage induced by Cr (VI). *Chem Biol Interact*. 2019; 299: 44-51.

7 ANEXOS

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: “Concentrações de metais em poeira depositada em casas de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira, SP: avaliação de risco à saúde infantil”.

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo pelo qual o tema será estudado é que, no Brasil, pouco se sabe sobre contaminação por metais tóxicos na população geral. Alguns trabalhadores informais exercem suas funções em condições não adequadas no setor de produção de joias e bijuterias da cidade de Limeira. Os processos de montagem, cravação, soldagem e até mesmo o banho das bijuterias envolvem adultos, mulheres em idade fértil, gestantes, crianças e adolescentes. Este trabalho se justifica porque faremos uma avaliação de risco de desfechos prejudiciais à saúde a partir da avaliação do cenário de exposição e das concentrações de metais encontradas na poeira depositada nas casas das crianças das famílias trabalhadoras. Elementos químicos como Arsênio, Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo, Estanho e Zinco podem, dependendo da dose e do elemento, fazer muito mal à saúde. Tais agentes químicos podem penetrar no nosso corpo pela respiração nas formas de poeiras e/ou fumaças, podem ser absorvidos pelo corpo humano através da pele ou ainda por ingestão, inclusive em crianças, que são reconhecidamente mais sensíveis. Espera-se que, com esse trabalho, possamos fornecer informações às autoridades locais para a formulação de políticas públicas de saúde humana e ambiental que diminuam os riscos à saúde infantil, e orientar trabalhadores informais para melhores práticas de trabalho, sempre que possível. Os procedimentos de coleta de campo serão: um questionário que será aplicado aos pais ou responsáveis para sabermos se a família trabalha informalmente em alguma etapa de produção de bijuterias, se a crianças estão expostas a agentes químicos que podem fazer mal à saúde, quantificar o tempo de exposição e quais produtos ou reagentes químicos são usados no processo de produção das peças. Nas casas, observaremos se há riscos potenciais de contaminação pelos produtos químicos e isso será registrado em formulário específico. Serão realizadas duas coletas de poeira ao mesmo tempo através do uso de lenços eletrostáticos, instalados em dispositivos simples na parede mais próxima à estação de trabalho. Os lenços permanecerão nas casas durante duas semanas. Ao final destas duas semanas, a pesquisadora irá buscar os lenços com a poeira. As amostras de poeira serão levadas ao laboratório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, localizado no campus da Universidade de São Paulo para serem analisadas.

DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS: Os riscos aos participantes são considerados mínimos. Para medição da poeira nas residências serão usados lenços eletrostáticos secos e comercializados como material de limpeza doméstica em supermercados, os quais permanecerão na casa por 14 dias. Pode haver um desconforto de o participante ter que dispender seu tempo para responder algumas perguntas e ter que permitir que a pesquisadora entre no domicílio para instalar os lenços perto da mesa de trabalho. Os benefícios do estudo se resumem na quantificação da real exposição das crianças aos efeitos da poeira com agentes químicos e pretende-se propor medidas cabíveis que diminuam a exposição, desde que seja considerada danosa à saúde.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: Todos os participantes serão informados sobre o resultado da avaliação de risco deste estudo, tanto do risco estimado para efeitos câncer quanto outros efeitos não câncer. Este estudo faz parte de outro estudo maior, aprovado anteriormente pelo CEP da Faculdade de Saúde Pública da USP (CAEE 41965115.0.0000.5421), para o qual os participantes receberão ainda outros resultados de exames realizados.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

O Sr(a) será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. O Sr(a) é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a sua recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de qualquer benefício, você possui garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa que absorverá qualquer gasto relacionado, garantindo assim não oneração de serviços de saúde. Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com respeito e seguirão padrões profissionais de sigilo, assegurando e garantindo o sigilo e confidencialidade dos dados pessoais dos participantes de pesquisa. Seu nome, ou qualquer material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. O Sr(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma **via** assinada deste termo de consentimento livre e esclarecido será arquivada no Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e outra será fornecida ao Sr(a). O estudo poderá ser interrompido mediante aprovação prévia do CEP quanto à interrupção ou quando for necessário, para que seja salvaguardado o participante da pesquisa.

DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu, _____, RG _____ fui informada(o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações para motivar minha decisão, se assim o desejar. A pesquisadora, Fairah Barrozo, certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais e somente os pesquisadores terão acesso. Também sei que caso existam gastos, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Fairah Barrozo (11) 96262 6860 e sua orientadora Profa. Dra. Kelly Polido Kaneshiro Olympio no telefone (11) 3061 7121. O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo também poderá ser consultado para dúvidas/denúncias relacionadas à Ética da Pesquisa e localiza-se na Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César – São Paulo, SP, horário de atendimento: de segunda a sexta-feira, das 9h às 12h e das 13h às 15h através do telefone, (11) 3061-7779, que tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pela comissão. Assinei duas vias deste termo de consentimento livre e esclarecido, o qual também foi assinado pela pesquisadora que me fez o convite e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Uma **via** deste documento, devidamente assinada foi deixada comigo. Declaro que concordo em participar desse estudo.

Nome

Assinatura do Participante

Data

Nome

Assinatura do Pesquisador

Data

Nome

Assinatura da Testemunha

Data

ANEXO II – CARTA DA SECRETARIA DE SAÚDE DE LIMEIRA



**Prefeitura Municipal de Limeira
Secretaria Municipal da Saúde**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E APOIO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, Alexandre Ferrari Augusto, Secretário de Saúde, declaro minha anuência para que o grupo de pesquisa liderado pela Profª Drª Kelly Polido Kaneshiro Olympio, Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo possa acompanhar as equipes de saúde da família para visitar as famílias que desejem e expressem por escrito seu consentimento livre e esclarecido para participar do Projeto de Pesquisa intitulado "Do Expossoma à Toxicologia Regulatória: um estudo temático sobre a exposição a elementos potencialmente tóxicos (EPTs) das famílias inseridas no arranjo produtivo informal da produção de joias e bijuterias de Limeira, SP". O referido projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da USP, sob o parecer nº 1.053.98, e é financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, conforme Processo FAPESP Nº2016/11087-8. Cabe ainda mencionar que o GAEMA (Grupo de Atuação Especial de defesa do Meio Ambiente do Ministério Público do Estado de São Paulo – MPSP), na pessoa do promotor Dr Ivan Carneiro Castanheiro, tem lidado com o Inquérito Civil nº 14.1096.0000019/2012-8 – Joias e bijuterias de Limeira - e nos prestado apoio ao grupo, como pode ser verificado em documento anexo (Anexo 1) e que o grupo também tem o apoio da CETESB (Anexo 2). Assim, além da contribuição científica, este projeto tem o potencial de prestar contribuição social relevante no que tange ao papel de extensão da universidade pública à medida que os dados obtidos poderão contribuir com o inquérito civil em questão.

Alexandre Ferrari Augusto
Secretário Municipal de Saúde / Diretor de S/S
Autoridade Sanitária - Art. 1º, Cap. 1º, § 1º




Prefeitura Municipal de Limeira
Secretaria Municipal da Saúde

Os pesquisadores envolvidos se comprometem a:

- 1- Realizar a coleta de dados e material biológico conforme planejado no Projeto de Pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, Parecer nº 1.053.983.
- 2- Obedecer às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos.
- 3- Assegurar a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens, bem como garantir que não utilizarão as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando deste modo as Diretrizes Éticas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS Nº 466/2012, e obedecendo as disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Limeira, 25 de novembro de 2016



Alexandre Ferrari Augusto
Secretário Municipal de Saúde/Gestor do SUS
Autoridade Sanitária - VII / Cred. 23

ANEXO III – QUESTIONÁRIO

ID: _____ N° domicilio: _____

ANEXO I – QUESTIONÁRIO DE EXPOSIÇÃO

Nome do trabalhador: _____

Data de início: ____/____/____ Hora de início: _____

Data de retirada: ____/____/____ Hora de fim: _____

1. Onde normalmente se realiza o trabalho de solda?

0|_|0. Sala 1|_|1. Cozinha 2|_|2. Quarto 3|_|3. Lavanderia
4|_|4. Comodo próprio para trabalho 5|_|5. Outro _____

2. Quantas horas por semana, aproximadamente, faz solda?

Resp.: _____

3. Costuma usar algum tipo de equipamento de proteção individual? Qual?

0|_|0. Não 1|_|1. Sim Resp.: _____

4. Quais são os produtos químicos mais utilizados durante o trabalho?

Resp.: _____

5. Dimensões do principal ambiente onde realiza as atividades.

Largura _____ Comprimento _____
Altura _____

6. Dimensões das janelas, quando existir.

Janela 1: _____ Janela 2: _____
Janela 3: _____ Janela 4: _____

7. Dimensões das portas.

Porta 1: _____ Porta 2: _____
Porta 3: _____

ID: _____ N° domicilio: _____

8. Costuma usar algum tipo de ventilação? Qual?

0|_|0. Não 1|_|1. Sim Resp.: _____

12. Você costuma desenvolver suas atividades em ambiente com portas e janelas abertas ou fechadas?

0|_|0. Tudo aberto

1|_|1. Tudo fechado

2|_|2. Portas abertas e janelas fechadas

3|_|3. Portas fechadas e janelas abertas

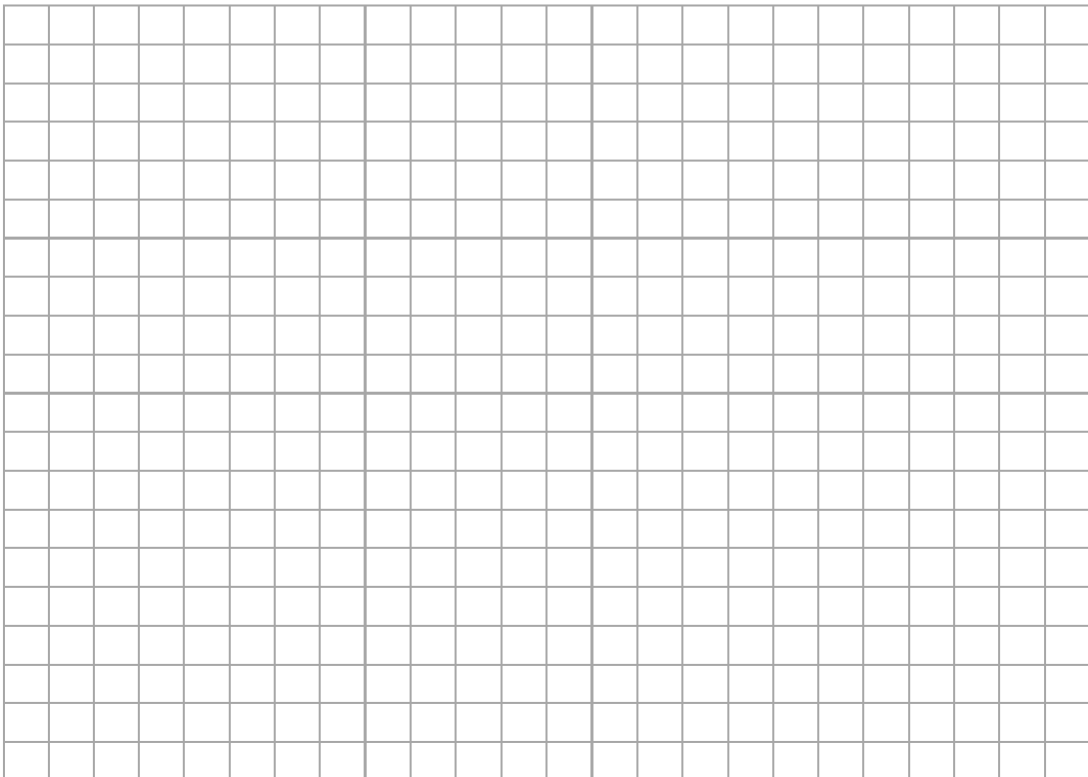
4|_|4. Não há portas e janelas

5|_|5. De modo variado de acordo com a temperatura e clima do dia

6|_|6. Outra condição (Justifique: _____)

11. Distância do lenço ao posto de trabalho _____

9. Croqui do ambiente de trabalho



ID: _____ N° domicilio: _____

Criança 2

Nome: _____
Idade: _____ Tempo de permanência em casa: _____
Peso: _____ Altura: _____

Criança 3

Nome: _____
Idade: _____ Tempo de permanência em casa: _____
Peso: _____ Altura: _____

Criança 4

Nome: _____
Idade: _____ Tempo de permanência em casa: _____
Peso: _____ Altura: _____

Criança 5

Nome: _____
Idade: _____ Tempo de permanência em casa: _____
Peso: _____ Altura: _____

Criança 6

Nome: _____
Idade: _____ Tempo de permanência em casa: _____
Peso: _____ Altura: _____

ID: _____ N° domicilio: _____

FORMULÁRIO DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO

Nome do trabalhador: _____

Data de início: ____/____/____

Dia	Trabalhou hoje com solda?		Se sim, quantas horas?	Comodo da casa onde trabalhou?	
	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim		0. Sala	1. Cozinha
1	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____	2. Quarto	3. Lavanderia
2	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____	4. Comodo próprio para trabalho	5. Outro
3	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
4	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
5	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
6	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
7	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
8	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
9	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
10	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
11	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
12	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
13	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
14	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
15	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
16	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		
17	0 _ 0. Não	1 _ 1. Sim	_____		

8 CURRÍCULO LATTES



Fairah Barrozo

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/4887510887922177>

ID Lattes: **4887510887922177**

Última atualização do currículo em 20/12/2022

Mestranda em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo ? USP. Bacharel em gestão ambiental pela USP e especialista na área de química ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz. Tenho por objetivo avaliar o risco da exposição a metais em ambiente de trabalho domiciliar para a saúde infantil. (Texto informado pelo autor)

Identificação

Nome

Fairah Barrozo

Nome em citações bibliográficas

BARROZO, F.;BARROZO, FAIRAH

Lattes ID

<http://lattes.cnpq.br/4887510887922177>

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2019	Mestrado em andamento em Saúde Pública (Conceito CAPES 6). Faculdade de Saúde Pública-USP, FSP-USP, Brasil. Título: Concentrações de metais em pó depositado em móveis de casas de trabalhadores informais e domiciliares da cadeia produtiva de joias e bijuterias de Limeira, SP: avaliação de risco à saúde infantil. Orientador: Kelly Polido Kaneshiro Olympio. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil.
2015 - 2016	Grande área: Ciências da Saúde Especialização em Química Ambiental. Faculdades Oswaldo Cruz, FOC, Brasil. Título: Avaliação da Presença de Metais em Amostras de Sedimentos e Água do Reservatório Billings, São Paulo, Brasil. Orientador: Gilson Alves Quinágla.
2009 - 2013	Graduação em Gestão Ambiental. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Passivo ambiental do lixão desativado de Carapicuíba - SP. Orientador: Ednilson Viana.
2004 - 2008	Curso técnico/profissionalizante em Informática. Fundação Instituto Tecnológico de Osasco, FITO, Brasil.

Formação Complementar

2022 - 2022	The Groundwater Pollution & Hydrology Course. (Carga horária: 48h). Princeton Groundwater, PG, Estados Unidos.
2021 - 2021	English for Academic Activities. (Carga horária: 20h).



Kelly Polido Kaneshiro Olympio

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5138426222420186>

ID Lattes: **5138426222420186**

Última atualização do currículo em 02/01/2023

Kelly Polido Kaneshiro Olympio é Professora Associada do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, tendo iniciado a sua carreira nesta instituição em 2014. É Doutora em Saúde Pública pela FSP-USP (2009). Concluiu Pós-Doutorado pela Universidade de São Paulo, financiado pelo PNPd-CAPES (Departamento de Ciências Biológicas, FOB-USP, 2010-2011) e Pós-Doutorado financiado pela FAPESP (Departamento de Epidemiologia, FSP-USP, 2012-2013). Obteve o título de Livre-Docente em 2017. Orientadora em nível mestrado, doutorado e pós-doutorado, coordenando estudos em cooperação com instituições nacionais, como UFABC, FIOCRUZ, IPT, Unifesp, CETESB, e internacionais, como o Imperial College London (UK), Aristotle University of Thessaloniki (Greece) e South African Medical Research Council (África do Sul). Atua como Associate Editor na publicação científica *Frontiers in Reproductive Health* e faz parte do Editorial Board da *Current Opinion in Environmental Science and Health*, Review Editor no periódico *Frontiers in Oral Health* e Guest Editor nas revistas científicas *Frontiers in Public Health* e *Current Opinion in Environmental Science and Health (Woman and Child's Environmental Health: Impacts of pollutants in Children - special issue)*. Responsável pela criação do site para prevenção da exposição a chumbo voltado para crianças pré-escolares, responsáveis e profissionais de educação e saúde (<https://www.fsp.usp.br/prevencao-da-contaminacao-por-chumbo>), em parceria com Ministério da Saúde, Organização Pan-americana de Saúde, Secretarias Municipais de Educação e Meio Ambiente de Suzano - SP e CETESB. Tem interesse científico e projetos em andamento nas áreas da Toxicologia Ambiental e Ocupacional, Epidemiologia Ambiental, Saúde do Trabalhador e Saúde Ambiental, priorizando o estudo do exossoma humano. Participa de atividades de extensão voltadas à saúde do trabalhador e ambiental, fazendo parte de comissões voltadas à saúde do trabalhador. É líder do grupo de pesquisa eXsat: Exossoma e Saúde do Trabalhador (<http://www.fsp.usp.br/lehca/2019/04/02/exsat/>). É coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos e vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da FSP-USP. É a orgulhosa mãe de duas filhas nascidas em 2006 e 2015. (Texto informado pelo autor)

Identificação

Nome	Kelly Polido Kaneshiro Olympio
Nome em citações bibliográficas	OLYMPIO, K. P. K.;Olympio, K.;Olympio, K.P.;Olympio, Kelly Polido Kaneshiro;Olympio, Kelly R.K.;POLIDO KANESHIRO OLYMPIO, KELLY;OLYMPIO, KPK;OLYMPIO, Kelly Polido Kaneshiro;Kelly Polido Kaneshiro Olympio;KPK Olympio;Kelly P. K. Olympio;OLYMPIO, KELLY P. K.;OLYMPIO, KELLY
Lattes iD	 http://lattes.cnpq.br/5138426222420186
Orcid iD	 https://orcid.org/0000-0002-4257-8295