Universidade de São Paulo

Faculdade de Saúde Pública

Famílias inseridas no arranjo produtivo informal da produção de joias e bijuterias de Limeira, SP: a exposição ocupacional a contaminantes químicos em ambiente domiciliar

Ana Paula Sacone da Silva Ferreira

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

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Kelly Polido Kaneshiro Olympio

São Paulo

2018

Famílias inseridas no arranjo produtivo informal da produção de joias e bijuterias de Limeira, SP: a exposição ocupacional a contaminantes químicos em ambiente domiciliar

Ana Paula Sacone da Silva Ferreira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Kelly Polido Kaneshiro Olympio

São Paulo

2018

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

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Paulina e Gumercindo, e minha irmã Valéria. Obrigada por todo amor, carinho e apoio.

Ao meu marido e grande amor, Fábio. Obrigada por me incentivar e suportar, sem o seu apoio e companheirismo eu não teria chegado até aqui.

Dedico com muito carinho e amor este trabalho a vocês, minha família, meu tudo!

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pela minha vida.

À **Faculdade de Saúde Pública**, pelo apoio institucional durante toda a pesquisa.

Aos **professores** da Faculdade de Saúde Pública. Muito obrigada por compartilharem o conhecimento e nos motivarem a seguir curiosos e sedentos por conhecimento.

À **Maria do Carmo Oliveira Dória** e **Célia Regina Pesquero**, técnicas do Laboratório de análises da Exposição Humana a Contaminantes Ambientais (LEHCA) da Faculdade de Saúde Pública. Agradeço por toda ajuda durante toda a pesquisa.

Ao Prof.º Dr. **Bruno Lemos Batista**, da Universidade Federal do ABC, pela colaboração e parceria para realização das análises químicas desta pesquisa.

À Prof.ª Dr.ª **Maria Regina Alves Cardoso**, por todos os ensinamentos, suporte, apoio e amizade durante todo o meu mestrado.

Ao Prof. Dr. **Dimosthenis A. Sarigiannis**, por ter me recebido em seu laboratório *Environmental Engineering Laboratory* (Enve-Lab), localizado no

Departamento de Engenharia Química da Aristóteles Universidade de Salonica - Grécia, para realização do meu estágio e ter possibilitado uma experiência única de crescimento profissional.

Aos **motoristas** da Faculdade de Saúde Pública, pela ajuda e comprometimento com os compromissos durante o período de coleta da pesquisa.

À **Comissão de Erradicação do Trabalho Infantil** (COMETIL), pelo apoio e suporte durante a fase inicial da pesquisa.

À **Secretaria de Saúde da cidade de Limeira**, pelo apoio e autorização oficial que me permitiu realizar a pesquisa na cidade de Limeira e ter a colaboração dos atores públicos da saúde da cidade.

Aos **Coordenadores** e **Agentes de Saúde** dos Centros de Saúde da Família: Belinha e Ometto 1 e 2, Enersto Kuhl 1 e Jd Aeroporto. Sem o apoio e colaboração de vocês não seria possível a realização desta pesquisa. Muito obrigada!

Aos meus **amigos** da Faculdade de Saúde Pública, em especial: Fernanda, Laís e Mariana. Obrigada por tudo, meninas. Vocês moram no meu coração!

Ao pesquisador Dr. **Evangelos Handakas**, do *Imperial College London*, pelo auxílio nas análises estatísticas e coautoria de um dos artigos científicos.

À **FAPESP**, pelas bolsas e auxílio financeiro fornecidos através dos processos: 2016/07457-4; 2017/15797-2, e 2016/11087-8.

Aos colegas e membros do grupo ***The Human Exposome Research Group/*****Expossoma e Saúde do Trabalhador (e*X*sat)**, entre eles: Allan, David, Elizeu, Fernanda, Flávia, Isabelle e Marcelo.

Aos Professores que participaram da fase de avaliação escrita: **Professora Dr.ª Rúbia Kuno, Professor Dr. Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela, Professor Dr. Pedro Vitoriano de Oliveira, Professor Dr. Gilson Alves Quináglia, Professora Drª Larissa Ciccotti Freire e Professora Drª Frida Marina Fischer**. Agradeço todas as sugestões e contribuições.

À **minha família** e aos meus **amigos,** por sempre estarem ao meu lado me incentivando e suportando nos momentos difíceis. Sem a presença de vocês na minha vida, nada seria possível.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Prof.ª Dr.ª **Kelly Polido Kaneshiro Olympio**, por ter me recebido e dado a oportunidade de fazer parte do seu grupo de pesquisa na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Agradeço por todas as horas de orientação e conversas, que com tanta dedicação e carinho possibilitou a realização desta pesquisa e a minha iniciação no mundo da pesquisa. Que nosso Senhor a abençoe por tudo que fez e faz por nós estudantes e pela ciência. Muito obrigada!!

"***One child, one teacher, one book and one pen can change de world. Education is the only solution. Education first.***"

(Malala Yousafzai)

RESUMO

Famílias inseridas no arranjo produtivo informal da produção de joias e bijuterias de Limeira, SP: a exposição ocupacional a contaminantes químicos em ambiente domiciliar.

Introdução: A informalidade no mercado de trabalho assola muitas economias em desenvolvimento e é uma característica notável da produção de joias e bijuterias em Limeira, São Paulo, um dos maiores polos de produção de joias e bijuterias do Brasil. A produção de joias e bijuterias envolve o manuseio de produtos que podem ter em sua composição elementos com potencial tóxico à saúde humana. Em Limeira, a atividade de produção ocorre dentro dos domicílios, o que significa que o trabalhador e seus familiares podem estar expostos a elementos potencialmente tóxicos (EPT) oriundos da atividade ocupacional. **Objetivos:** Este estudo investigou a exposição ocupacional aos EPTs Cromo (Cr), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Arsênio (As) Cádmio (Cd), Antimônio (Sb), Estanho (Sn), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb), dos trabalhadores domiciliares e de seus familiares inseridos no arranjo produtivo de joias e bijuterias na cidade de Limeira – SP e discutiu os riscos identificados no ambiente de trabalho domiciliar versus a legislação ocupacional vigente. **Métodos:** Este estudo incluiu 52 famílias (n=165 indivíduos), divididas em grupo Exposto (n=112) e grupo Controle (n=53). Foram coletadas amostras de sangue (n=165) dos trabalhadores e seus familiares, e amostras de ar da zona de respiração de soldadores (n=9). As concentrações de EPTs foram determinadas por espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Questionários foram aplicados para obter informações sociodemográficas, detalhes das condições do local de trabalho e dos materiais utilizados. As informações relevantes para compor a avaliação do ambiente de trabalho frente aos requisitos legais vigentes foram obtidas a partir destes questionários. Além disso, a análise de componentes principais (PCA), formação de clusters e regressão logística foram realizadas. **Resultados:** Os elementos Cd, Ni e Cu apresentaram concentração no ar maiores do que as diretrizes ocupacionais americanas. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa para a concentração de Pb entre os grupos Exposto e Controle e entre os sexos ($p < 0,05$), já para o Cu e Sb foram encontradas diferenças apenas entre os sexos ($p < 0,05$). **Conclusões:** As concentrações de EPTs encontradas no ar são preocupantes, uma vez que os familiares dos trabalhadores, incluindo as crianças, estão no mesmo cenário de exposição. Condições inadequadas de trabalho foram observadas nas residências, revelando a necessidade de implementar ações públicas urgentes para proteger essas famílias de trabalhadores. A avaliação do cenário de exposição revelou que os trabalhadores e familiares estão sob os mesmos riscos de exposição, uma vez que a produção de joias é realizada sem nenhuma proteção do trabalhador e em ambiente geralmente compartilhado dentro das casas. Ações públicas e remodelagem do fluxo produtivo são necessárias para proteção social e de saúde destes trabalhadores e seus familiares com foco em melhoria das condições de trabalho e regularização profissional.

Palavras-chave: Saúde do Trabalhador, Exposição Ocupacional, Metais

ABSTRACT

Families inserted in Local Productive Arrangement of the productive chain of jewelry and fashion jewelry from Limeira, SP: the occupational exposure to chemical contaminants in a home setting.

Introduction: Informality in the occupational segment devastated many developing economies and is a notable feature of the production of jewelry and fashion jewelry in Limeira city, São Paulo, one of the largest poles of jewelry and fashion jewelry production in Brazil. The production of jewelry and fashion jewelry involves the manipulation of chemical products that may have in their composition potentially toxic elements (PTE) to human health. In Limeira, the production activity occurs inside the households, which means that worker and family members could be exposed to PTE from the occupational activity. **Objective:** This study investigated occupational exposure to PTE Chromium (Cr), Manganese (Mn), Nickel (Ni), Copper (Cu), and Zinc (Zn), Arsenic (As), Cadmium (Cd), Antimony (Sb), Tin (Sn), Mercury (Hg), and Lead (Pb), household workers and their families included in the production of jewelry and fashion jewelry in Limeira, and discussed the risks identified in the households' occupational environment assessment versus the current occupational legislation. **Methods:** This study included 52 families (n = 165 individuals), divided into Exposed group (n = 112) and Control group (n = 53). Blood samples (n = 165) were collected from the workers and their relatives, and air samples from the breathing zone of welders (n = 9). Concentrations of EPTs were determined by ICP-MS. Questionnaires were applied to collect sociodemographic information, details of the workplace conditions and the materials used. The relevant information to compose the occupational environment assessment against the current legal requirements were obtained from these questionnaires. In addition, the principal component analysis (PCA), clusters formation and logistic regression were performed. **Results:** Cd, Ni, and Cu elements presented higher air concentration than the American occupational guidelines limits. A statistically significant difference was found for the Pb concentration between the exposed and control groups and between the sexes ($p < 0.05$), whereas for Cu and Sb only differences between the sexes were found ($p < 0.05$). **Conclusions:** Concentrations of EPT found in the air raise concern, since workers' relatives, including children, are in the same exposure scenario. Inadequate working conditions were observed in the houses, revealing the need to implement urgent public actions to protect these families and the workers. The exposure assessment revealed that workers and family members are at the same risk of exposure as the production of jewelry is carried out without any individual protection and, generally, is performed in the shared environment inside the houses. Public actions and remodeling the productive flow are necessary for the social and health protection of these workers and the families with a focus on improving working conditions and professional regularization.

Keywords: Occupational health, Occupational Exposure, Metals

APRESENTAÇÃO

Sou bacharela em Química pela Universidade do Grande ABC e especialista em Gestão de Projetos pela Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental. Iniciei o Mestrado em Saúde Pública na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo com a intenção de aplicar meus conhecimentos de avaliação do atendimento regulatório, construídos durante quase uma década de atuação na indústria farmacêutica, e ampliar seus conhecimentos abarcando novos setores de produção. Executar um projeto de pesquisa cientifica estava entre meus principais objetivos profissionais. Ao conhecer a problemática envolvida no arranjo produtivo informal de joias e bijuterias da cidade de Limeira, surgiu o interesse em aplicar uma ferramenta bastante conhecida na indústria chamada "avaliação das lacunas" para identificar as lacunas regulatórias existentes entre a atuação dos trabalhadores do arranjo produtivo informal e a proteção ocupacional estipulada em lei. Minha orientadora então apresentou-me seu projeto financiado pela FAPESP (Processo nº 2016/11087-8) intitulado "Do expossoma à toxicologia regulatória: um estudo temático sobre a exposição a elementos potencialmente tóxicos (EPT) das famílias inseridas no arranjo produtivo informal da produção de joias e bijuterias de Limeria, SP" que tem o objetivo de avaliar a exposição dos trabalhadores informais e domiciliares aos EPTs durante a jornada de trabalho e o impacto ambiental de tais atividades através da determinação dos EPTs nos efluentes líquidos e no lodo de esgoto da cidade; estudar as possíveis rotas metabólicas alteradas por esta exposição em comparação à população não ocupacionalmente exposta; avaliar as condições de trabalho e seu impacto na qualidade de vida, trabalho e estudo das crianças e adolescentes da família do trabalhador; e discutir questões regulatórias do setor com o intuito de contribuir para a proteção da saúde do trabalhador informal. Desta forma, foi construído um projeto propondo a avaliação dos requisitos regulatórios não atendidos frente ao cenário de exposição encontrado dentro do domicílio e a avalição da exposição dos trabalhadores e familiares através da determinação dos EPTs no sangue e no ar da zona de respiração do trabalhador.

O contato com alguns atores públicos da cidade já havia sido iniciado através da realização do estudo que avaliou o impacto ambiental. Comecei a acompanhar as reuniões mensais da Comissão Municipal de Erradicação do Trabalho Infantil de Limeira (COMETIL), oportunidade na qual pode conhecer representantes da Secretaria da Saúde que, posteriormente, viriam a apoiar a execução deste estudo, ajudando na seleção dos bairros e autorizando a participação dos agentes comunitários da saúde na identificação das famílias.

Foi submetida uma solicitação de bolsa de Mestrado à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP), aprovada em outubro de 2016. Após o meu exame de qualificação, em fevereiro de 2017, iniciei as visitas às famílias selecionadas, sempre na companhia do Agente Comunitário de Saúde (ACS) da área. Os convites foram realizados e a obtidos os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todas as famílias receberam o convite com bastante entusiasmo e foram bem receptivos. Foram esclarecidas as dúvidas e estabelecido um canal de comunicação. Poucas famílias não quiseram participar do estudo. As famílias que fizeram parte do grupo controle foram mais complicadas de convidar, muitas não tinham interesse em fazer parte do estudo.

Após a fase de convite, os questionários foram aplicados em todas as famílias. Muitas reuniões foram realizadas com a minha orientadora para desenhar a coleta das amostras biológicas e das amostras ambientais (ar). Foi estabelecido uma equipe de coleta que contou com 5 estudantes de mestrado, um enfermeiro que só atuou no início da coleta e um motorista. Tínhamos sempre 4 estudantes, sendo um enfermeiro e um biomédico. Havia um rodízio de dois estudantes por dia. O dia de coleta era iniciado às 6:30 na Faculdade de Saúde Pública, onde os materiais eram preparados e terminava por volta das 21:00 na faculdade, onde as amostras eram armazenadas. Participei de todos os dias de coleta, que totalizaram 22 dias. A enfermeira do grupo assumiu a coleta de sangue na segunda semana e a biomédica deu apoio quando a enfermeira não pode participar. Realizei todas as coletas de ar, no qual houve o acompanhamento do trabalho por 4 horas seguidas de 9 soldadores. Na mesma campanha de coleta, outras amostras biológicas foram coletadas, tais como: unha, saliva e urina. As amostras de sangue foram coletadas em dois tubos diferentes, um dos tubos era heparinizado e livre de traços de metais e outra continha gel separador para separação de plasma e conseguinte análise de metabólitos. Um fator bastante desafiador foi garantir que as amostras chegassem rapidamente para serem armazenadas em temperatura adequada (-80º) e que todos os procedimentos de preparação para que estas amostras seguissem para o armazenamento (separação e fracionamento do plasma, fracionamento da urina e saliva). Nesse estudo foi utilizado o sangue total, entretanto, estudos que estão sendo desenvolvidos pelo grupo e que fazem parte do estudo de abordagem temática tiveram a coleta realizada no mesmo período. Outro ponto crítico foi estabelecer uma agenda de coleta que fosse realizada ao fim da jornada de trabalho das famílias. Devido à dinâmica complexa do trabalho das famílias o agendamento das coletas foi um ponto crítico para garantir que todos os trabalhadores tivessem amostras coletadas após a jornada de trabalho.

Realizei um estágio no exterior financiado pela FAPESP (Processo nº 2017/15797-2), por dois meses, no laboratório *Environmental Engineering Laboratory* (Enve-Lab) do *Department of Chemical Engineering of the Aristotle University of Thessaloniki*, em Salonica, Grécia. O laboratório Enve-Lab é coordenado pelo Professor Dimosthenis A. Sarigiannis, coordenador do principal projeto de estudo do expossoma na Europa, *Health and Environment-wide Associations based on Large population Surveys* (HEALS). O estágio teve como objetivo conhecer e acompanhar durante o período do estágio a coorte europeia que aplica a abordagem do expossoma, no Projeto HEALS, para que o saber acumulado nesta área pudesse ser incorporado pelo nosso grupo de pesquisa e aplicado em estudos brasileiros e ainda, consolidar a colaboração internacional com o grupo de pesquisa europeu que estuda o expossoma. Com fortalecimento da colaboração, um dos pesquisadores do grupo da Grécia teve participação em um dos artigos resultante deste estudo de mestrado, tendo contribuído fortemente durante a análise estatística e interpretação dos resultados. Atualmente, este pesquisador trabalha no Departamento de Medicina, do *Imperial College London* que fica situado em Londres, Reino Unido.

Esta dissertação está estruturada como segue: Introdução, Metodologia, Resultados, Discussão e Conclusão. Nos capítulos referentes à Resultados e Discussões são apresentados dois manuscritos. Os artigos são fruto dos dois anos de trabalho da autora. O primeiro manuscrito, intitulado "*Home-based and informal work exposes the families to potentially toxic elements*" foi submetido a um periódico cientifico internacional (*Environmental Pollution* – Qualis A1 CAPES), tendo sido, por este motivo, redigido em inglês. Já o segundo manuscrito, intitulado "Avaliação das lacunas entre a regulação e a proteção do trabalhador informal que atua em ambiente domiciliar" será submetido a um periódico nacional, a Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (Qualis B1 CAPES), tendo sido redigido em português. O formato de apresentação da dissertação de Mestrado, em forma de artigos, segue as normas da deliberação da Comissão de Pós-Graduação em sua 9º sessão de 05 de junho de 2008 (ANEXO 1).

A redação desta apresentação teve como objetivo descrever as motivações que desencadearam a realização deste estudo e contar um pouco da construção necessária para sua viabilização dentro de um período de dois anos. Esperamos com este estudo, contribuir para a compreensão de como o arranjo produtivo informal atua e apresentar pontos importantes relacionados à exposição destas famílias a elementos potencialmente tóxicos para que

políticas públicas, empresariais e setoriais atuem na proteção e diminuição da vulnerabilidade destes trabalhadores e suas famílias.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO **25**

1.1. ARRANJO PRODUTIVO DE JOIAS E BIJUTERIAS DE LIMEIRA – SP 26

1.2. ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA 27

1.3. BIOMONITORAMENTO HUMANO 31

2. OBJETIVO **36**

2.1. Geral 36

2.2. Específicos 36

3. MATERIAIS E MÉTODOS **37**

3.1. Seleção do grupo Exposto 37

3.2. Seleção do grupo Controle 38

3.3. Coleta e método para determinação de EPTs no sangue venoso 38

3.4. Coleta e método para determinação de EPTs no ar 39

3.5. Estudo descritivo e avaliação das lacunas 40

3.6. Processamento dos dados e análises estatísticas 40

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES **43**

4.1. *Home-based and informal work exposes the families to high levels of potentially toxic elements* (Artigo científico 1) 43

4.2. Trabalho precário na produção de joias e bijuterias: lacunas entre a regulação e a proteção do trabalhador (Artigo científico 2) 73

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES **92**

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES **94**

ANEXOS **101**

ANEXO I Normas da deliberação da Comissão de Pós-Graduação em sua 9º sessão de 05 de junho de 2008. 101

ANEXO II Colaboração e apoio firmado pela secretaria da saúde de Limeira 102

ANEXO III Questionários 103

INFORMAÇÕES CURRICULARES **110**

AUTORA 110

ORIENTADORA 111

LISTA DE ABREVIATURAS

ACS -	Agentes Comunitários de Saúde
Ag -	Prata
ANOVA -	Análise de Variância
APL -	Arranjo Produtivo Local
As -	Arsênio
As-III -	Arsênio trivalente
As-V -	Arsênio pentavalente
Au -	Ouro
B -	Boro
BEL -	*Blood element level*
BH -	Biomonitoramento Humano
BO_3^{-3} -	Boratos
Ca -	Cálcio
Cd -	Cádmio
CDC -	*Centers for Disease Control and Prevention*
CLT -	Consolidação das Leis do Trabalho
COMETIL -	Comissão Municipal de Erradicação do Trabalho Infantil
Cr -	Cromo
Cr-III -	Cromo trivalente
Cr-VI -	Cromo hexavalente
CSF -	Centros de Saúde da Família
Cu -	Cobre
Enve-Lab -	*Environmental Engineering Laboratory*
EPT -	Elementos potencialmente tóxicos
ERO -	Espécies reativas de oxigênio
F -	Flúor
F^--	Fluoretos

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FSP - Faculdade de Saúde Pública

GeES - *German Environmental Survey*

GM - Média Geométrica

H_3BO_3 - Ácido Bórico

HCl - Ácido Clorídrico

HEALS - *Health and Environment-wide Associations based on Large population Surveys*

Hg - Mercúrio

IARC - Agência Internacional de Pesquisa de Câncer

IBMP - Índice Biológico Máximo Permitido

IC - Intervalo de Confiança

ICP-MS - Espectrometria de Massas com Plasma Acoplado Indutivamente

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LEHCA - Laboratório de Análise da Exposição Humana à Contaminantes Ambientais

LQ - Limite de Quantificação

MCE - Éster de Celulose Mista

Mn - Manganês

MT - Metalotioneína

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego

NHANES - *National Health and Nutrition Examination Survey*

Ni - Níquel

NR - Normas Regulamentadoras

Pb - Chumbo

PCA - Análise de Componentes Principais

Rd - Ródio

Sb - Antimônio

SINAN –	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SIVAT -	Sistema de Informação e Vigilância de Acidentes do Trabalho
Sn -	Estanho
SUS -	Sistema Único de Saúde
TCLE -	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFABC -	Universidade Federal do ABC
USP -	Universidade de São Paulo
Zn -	Zinco

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Quadro 1 – Objetivos específicos, métodos, forma de análise e produtos apresentados nesse estudo.....42

Artigo 1

Figure 1 – Map of the city of Limeira and the distribution of the families by group (exposed or control)……..46

Figure 2 – Principal components analysis (PCA) scores plots of Limeira city participants blood elements levels evaluating variation among different exposure groups. In the first picture, PCA illustrates the scores plots (PC1 and PC2) for workers (red), relatives (blue) and control group (green). In the second picture, workers (red) as well as relatives and control group (blue) after merging them in one group in the right…….54

Figure 3 – Hierarchical cluster analysis based on the Euclidean distance. On the top axis of figure, the dendrogram depicts the distance among the exposure factors. The exposure factors can be found on the bottom axis. Additionally, on left axis depicts dendrogram among the participants. The right axis provides the id number of the individuals. However, because of the presentation reasons, not all the individuals' id numbers are illustrated to the right axis. The distance is scaled and the values range between 0 (white color) and 1(dark blue color)……56

Figure 1S – PCA feature variance. This plot shows that the first 10 (instead of the total 11) components explain more the 98% of the total variance……...69

Figure 2S – General workflow for analyzing exposome data……69

Figure 3S – Permutation test of randomizing the labels the model outcome. The p-value is the percentage of runs for which the score obtained is greater than the classification score obtained without permutating the outcome labels……...70

Figure 4S – Receiver operator characteristic for the 3-folds cross validated dataset……70

Artigo 2

Figura 1 – Fluxo do processo produtivo informal de joias e bijuterias da cidade de Limeira, São Paulo.....80

Quadro 1 – Evidências encontradas e legislação aplicável na avaliação de lacunas. Limeira, SP, 2017…….....…….81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condições e parâmetros operacionais de análise utilizados no ICP-MS.....39

Artigo 1

Table 1 – Absolute frequency of demographic characteristics of the participants, by exposure group and sex. Limeira, São Paulo, 2017.....48

Table 2 – Geometric means (GM) and their 95% confidence interval (CI 95%), and 95th percentiles (95th) for the potentially toxic elements levels (PTE) determined in the blood of study participants (µg. L^{-1}), by exposure group sex……...……51

Table 3 – Geometric means (GM) and their 95% confidence interval (CI 95%), minimum and maximum values of the air elements concentrations (mg.m^{-3}) of the welders, Minimal Risk Levels (MRL, in mg m^{-3}) and Environment Levels (mg m^{-3})…..……..53

Table 1S – Geometric means (GM) and their 95% confidence intervals (CI 95%), and 95th percentiles of the participants blood elements levels, by group and age range, in µg. L-1…….71

Artigo 2

Tabela 1 – Frequência absoluta das características demográficas dos participantes, por gênero. Limeira, São Paulo, 2017.....79

Tabela 2 – Média geométrica (MG), desvio padrão (DP) e valores mínimos e máximos (Min-Max) das concentrações dos elementos de interesse nas peças analisadas por XRF, em partes por milhão (ppm).....82

Tabela 3 – Média geométrica (MG), desvio padrão (DP) e valores mínimos e máximos (Min-Max) das concentrações dos elementos de interesse nas peças analisadas por ICP OES e F AAS, em ppm.....82

Tabela 4 – Concentração dos elementos de interesse presentes no pó de solda analisados por ICP OES, F AAS e XRF, em ppm.....83

1. INTRODUÇÃO

A criação de políticas públicas e a promulgação da base regulatória adequada é essencial para o desenvolvimento de uma sociedade segura e sustentável, todavia, esse processo pode ser complexo e lento (Carvalho et al., 2010). O Brasil possui legislação complexa e aprimorada, entretanto, a aplicabilidade desta legislação nem sempre é eficaz (Lacorte et al., 2013).

A definição e o entendimento do papel das políticas públicas são essenciais para sua correta aplicação e desenvolvimento. Diferentes definições são apresentadas por autores que descrevem e abordam o assunto. De acordo com Teixeira (1997), as políticas públicas são conjuntos de diretrizes e referências ético-legais empregadas pelo país em resposta às demandas da sociedade. Dentre muitos assuntos e pontos críticos, a decisão de trabalhar nas prioridades e mesmo elencá-las é uma tarefa árdua.

Um dos grandes desafios da sociedade brasileira é frear a expansão do trabalho informal que sofre com processo de precarização e degradação das condições, direitos e garantias do trabalhador (Aquino et al., 2016).

Entre 2008 e 2010, ocorreu uma redução de cerca de 6,5% no trabalho informal no Brasil, com respectiva diminuição de aproximadamente 280.000 empregados sem contrato de trabalho nas seis principais regiões metropolitanas (OIT, 2011). Por outro lado, deve-se mencionar que em períodos de crise econômica, os trabalhadores tendem a buscar alternativas para compensar a perda de rendimento financeiro, quadro que se torna difícil de ser revertido após longos períodos de crise (OIT, 2012) e o ambiente favorável ao crescimento do trabalho informal facilita o aumento da exposição a acidentes, doenças ocupacionais e do trabalho infantil (OIT, 2013).

Com o intuito de reduzir custos, aumentar a rentabilidade e a competitividade, algumas empresas lançam mão da terceirização (Antunes, 2007), uma ferramenta administrativa onde atividades que inicialmente eram realizadas internamente passam a ser realizadas por outros entes contratados (Araújo, 2005). A terceirização proporciona um ambiente de maior vulnerabilidade ao trabalhador que pode refletir em diversos âmbitos (Aquino et al., 2016), sendo que, além da transferência de riscos, pode ocorrer a precarização das condições de trabalho (Druck, 2016; Aquino et al., 2016). A prática busca um processo de descentralização,

que pode ser realizado de diferentes formas, tais como: força de trabalho para a própria empresa contratante, empresas que forneçam componentes, prestadores de serviços e o trabalho domiciliar (Marcelino, 2008).

A precária condição social de famílias brasileiras favorece o desenvolvimento de atividades manufatureiras em ambiente domiciliares e inadequados, trazendo riscos à saúde, pois tais atividades demandam estrutura para minimizar riscos aos trabalhadores e ao meio ambiente (Lacorte, 2012).

De acordo com Lavinas e colaboradores (2000), os estudos relacionados ao trabalho domiciliar concentram-se especialmente nas atividades consideradas tradicionais, como por exemplo, confecção têxtil e calçados. A realização de novos estudos de caso relacionados a trabalhos domiciliares e informais contribui para esclarecer e obter novos entendimentos desta relação de trabalho. Cerca de 40% da população brasileira economicamente ativa atua na informalidade (IBGE, 2018). Esta situação pode ser observada no município de Limeira situado no interior do estado de São Paulo, onde há um número grande de indivíduos atuando em trabalhos informais (Vilela e Ferreira, 2008).

1.1 ARRANJO PRODUTIVO DE JOIAS E BIJUTERIAS DE LIMEIRA – SP

O município de Limeira fica localizado à cerca de 150 Km a noroeste da capital do estado de São Paulo. Possui cerca de 276.022 residentes, sendo 50,9% mulheres, com população predominantemente urbana (267.785 pessoas) (IBGE, 2010). A cidade de Limeira possui o maior polo de produção de joias e bijuterias do Brasil, representando 60% da produção do país (Lacorte et al., 2013). A maioria da população da cidade atua nesta cadeia em trabalhos formais e informais. De acordo com Figueiredo e Trapé (2007), levantamentos locais indicam que um terço da população economicamente ativa possa estar relacionado direta ou indiretamente ao setor de produção de joias e bijuterias. Algumas famílias realizam atividades ocupacionais em suas residências (Vilela e Ferreira, 2008), todavia o processo de fabricação de joias e bijuterias exige cuidados devido à necessidade de manipulação de materiais que podem trazer risco à saúde do trabalhador.

O processo de fabricação de joias e bijuterias engloba várias etapas as quais utilizam produtos constituídos por elementos químicos de potencial tóxico. Dentre estas etapas, temos o processo de soldagem que consiste na união de metais (Lacorte, 2012). Neste processo, podem

ser usados dois tipos de solda: a solda a quente que utiliza uma solda em pó ou solda palha, com o auxílio de um maçarico, e a solda a frio ou de fluxo (Vilela e Ferreira, 2008). Os chamados fluxos são aplicados em quase todos os processos de solda branda e no processo de brasagem. Este consiste na união de metais por meio do aquecimento, abaixo da temperatura de fusão. De acordo com a literatura (Lacorte, 2012), os constituintes básicos dos fluxos são o flúor (F) o boro (B), na forma de ácido bórico (H_3BO_3), boratos (BO_3^{-3}) e fluoretos (F^-). Esses componentes que constituem os fluxos podem causar irritação das vias respiratórias pela fumaça e pelos vapores desprendidos. A solda a quente, a qual consiste em soldar com um ferro elétrico, torna necessária a utilização do ácido clorídrico (HCl) nas concentrações que variam entre 5% a 10% (v/v), para o desengraxe do material a ser soldado (Brastak, 2012).

O tratamento de superfície também é uma etapa do processamento da joia ou bijuteria. Nesta etapa, são utilizados compostos tais como cobre (Cu) em meio alcalino ou ácido, níquel (Ni), ouro (Au), prata (Ag) e ródio (Rd). As empresas que fazem o tratamento de superfície banham as peças em tanques, onde são usados tais compostos químicos, sendo nítidos os riscos existentes na exposição a névoas ácidas e vapores contendo contaminantes metálicos e cianetos (Silva, 1998). Em várias etapas do tratamento de superfície, são usados os cianetos de potássio, de sódio, de cobre e/ou de prata, os quais podem ser rapidamente absorvidos pelo corpo por meio da inalação e da pele (ATSDR, 2006).

1.2 ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA

Os elementos químicos, em quase sua totalidade, e suas substâncias podem apresentar um potencial tóxico. Somado aos metais, existem outros elementos, que não são metais, mas estão envolvidos em estudos de toxicidade; portanto o termo EPT (Elementos Potencialmente Tóxicos) é utilizado para se referir a esse conjunto de elementos (Bacon e Davidson, 2008; Hill, 2010). No presente estudo, os EPTs serão representados pelos elementos: Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Manganês (Mn) Níquel (Ni), Mercúrio (Mg), Chumbo (Pb), Estanho (Sn), Antimônio (Sb) e Zinco (Zn) (Baysal et al., 2013; Hill, 2010; Bacon e Davidson, 2008).

A contaminação pelos EPTs pode causar vários danos à saúde e ao meio ambiente. O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) pela da Norma Reguladora nº 7 regulamenta os

limites de exposição ocupacional para alguns elementos e substâncias tóxicas por meio do Índice Biológico Máximo Permitido (IBMP). Ao avaliar as propriedades de cada elemento, como mostrado a seguir, estas afirmações se tornarão mais evidentes.

Dentre os elementos potencialmente tóxicos, podemos destacar o As. De maneira geral, suas espécies orgânicas são significativamente menos tóxicas em comparação com as inorgânicas que, conforme a Agência Internacional de Pesquisa de Câncer (IARC), são classificadas como carcinogênicas para humanos (IARC, 2012a). O As-III é absorvido mais rapidamente em sistemas biológicos do que o As-V. Os compostos de As-III têm uma elevada afinidade pelos grupos sulfídricos em proteínas e pode provocar a desativação das enzimas. O As-V compete com fosfato em reações celulares e pode desacoplar a fosforilação oxidativa de modo que as ligações de alta energia da adenosina trifosfato não são conservadas (Bissen e Frimmel, 2003; Todorov et al., 2005). A exposição crônica ao As pode resultar em hiperqueratose, hiperpigmentação, doenças cardiovasculares, distúrbios dos sistemas periféricos vasculares e nervosos, distúrbios circulatórios, unhas quebradiças e eczema (Bissen e Frimmel, 2003), bem como elevar o risco de desenvolver alguns tipos de câncer, tais como, fígado, pulmão e bexiga (CHSR, 2009; IARC, 2012a). A formação de espécies reativas de oxigênio (ERO), danos subsequentes a macromoléculas celulares, estresse oxidativo e interação do As reativo ou seus metabólitos com macromoléculas são alguns tipos gerais de mecanismos que podem estar envolvidos na toxicidade induzida por As (ATSDR, 2016). A exposição crônica ao As foi associada a danos não específicos e oxidativos ao DNA (Mendez-Gomez et al., 2008, Pei et al., 2013), diminuição do reparo do DNA (Mendez-Gomez et al., 2008) e danos nos cromossomos (Paiva et al., 2006).

O elemento Cd é conhecido por ter um processo de absorção dependente de vários fatores, tais como espécies do elemento, idade e dieta do indivíduo, entre outros (Verougstraete, 2005; Satarug et.al., 2010). Classificado como carcinogênico (IARC, 2012), o Cd, em seres humanos, acumula-se principalmente nos rins (meia-vida biológica 10-35 anos), órgão-alvo, podendo levar a disfunção renal tubular resultando no aumento da excreção de proteínas de baixo peso molecular na urina, distúrbios no metabolismo do cálcio (Ca) e a formação de cálculos renais em casos de ingestão elevada. A exposição ocupacional a longo prazo está associada a alterações pulmonares, caracterizadas principalmente por doença obstrutiva crônica das vias aéreas a exposição elevada por inalação à fumaça de óxido de cádmio resulta em pneumonite aguda com edema pulmonar (WHO, 2010). Quando o Cd é absorvido pelo organismo, tende a se associar a metalotioneína (MT) uma proteína de baixa massa molecular

capaz de se ligar com até sete átomos de Cd. Os íons de Cd^{2+} não associados à MT podem causar danos severos nos rins e substituir o Ca^{2+} em vários sítios de ligações celulares, levando a perturbações que podem culminar em diversos efeitos tais como a carcinogênese, diabetes, hipertensão, doença arterial periférica, infarto do miocárdio, diminuição das funções pulmonares, degeneração muscular, entre outros (Verougstraete, 2005; Nordberg, 2009; Satarug et al., 2010).

Já o Cr é um metal que ocorre predominantemente nos estados de oxidação Cr-III e Cr-VI e sua principal aplicação é na produção de aços (Nriagu, 1988). O Cr-III é conhecido como um elemento essencial para o funcionamento adequado do metabolismo de lipídios, glicose e proteínas em mamíferos, já o Cr-VI é considerado carcinogênico por inalação (IARC, 2012b) e pode causar efeitos mutagênicos e genotóxicos (Hoet, 2005; Guthrie, 1982). A absorção do Cr-VI oral, dérmica ou pelas vias aéreas é significantemente maior em relação à absorção do Cr-III. Uma vez absorvido, o Cr(VI) apresenta instabilidade no meio fisiológico e isso acarreta rápidas transformações desta espécie sendo reduzida por agentes como ascorbato e glutationa à Cr(V), Cr(IV) e finalmente ao Cr(III) cujo destino final é a excreção urinária.

A exposição ocupacional a compostos de Cr(VI), em industrias de solda de aço inoxidável e produção de liga de ferro-cromo, está associada ao aumento do risco de cânceres do sistema respiratório (ATSDR, 2012).

O elemento Cu é reconhecidamente essencial a animais e humanos, e desempenha diversas funções no organismo. O Cu não é um elemento de alta toxicidade para humanos, porém pode ter um efeito tóxico quando absorvido em grandes quantidades (Censi et al., 2006; Fernandes et al., 2008). Estudos de exposição ocupacional à poeira de Cu observaram efeitos como náuseas, diminuição dos níveis de hemoglobina e eritrócitos, irritação respiratória e efeitos gastrointestinais leves que foram atribuídos à deglutição de pó de cobre no ar. (ATSDR, 2004).

A ingestão do elemento Mn, em baixas concentrações, também é essencial para saúde humana. Já as exposições a altos níveis de manganês por via inalatória são tóxicas. (ATSDR, 2012a). Valores sanguíneos elevados de Mn foram encontrados em estudos realizados em soldadores (Wang et al., 2006; Pesch et al., 2012; Lee et al., 2016). Ao inalar, o Mn pode ser diretamente transportado para o cérebro e pode resultar em distúrbio neurológico permanente e a exposição a altos níveis pode resultar em inflamação pulmonar (ATSDR, 2012a).

O Hg é um elemento encontrado naturalmente nas emissões vulcânicas e evaporação natural da crosta terrestre. Muitas atividades ocupacionais estão associadas à exposição potencial aos compostos de mercúrio, tais como aquelas envolvidas na produção de tintas, baterias e joias (IARC, 1993). O Hg não é considerado como carcinogênico para humanos conforme a classificação do IARC (1993), todavia, ele está na lista da Organização Mundial da Saúde (OMS) como um dos dez compostos químicos de maior preocupação em saúde pública (WHO, 2010a). Os alvos primários dos compostos de mercúrio são: o sistema nervoso central, os rins e o feto em desenvolvimento. Outros sistemas que podem ser afetados incluem o respiratório, cardiovascular, gastrointestinal, hematológico, imunológico, e sistemas reprodutivos (IARC, 1993; ATSDR, 1999).

O Ni tem diversas aplicações, desde ligas metálicas para aços inoxidáveis e galvanoplastia, fundição, catalisadores e soldagem. A principal via de absorção do Ni pela população geral é a ingestão (IARC, 2017). Uma vez absorvido, o níquel pode ser encontrado em diversos órgãos onde pode se associar a albumina, α-2 macroglobulina e a histidina (Schaumloffel, 2005). Além da associação a biomoléculas que pode acarretar na perda de suas funções, o níquel pode formar EROs com efeitos, tais como, lesões celulares, incluindo danos ao DNA ou inibição da reparação do DNA (Cavallo et al., 2003; Chiou et al., 2014). Além desses efeitos, o Ni pode provocar muitos danos no sistema respiratório, incluindo bronquite crônica, enfisema, fibrose pulmonar e função pulmonar prejudicada. Estes efeitos têm sido observados em estudos que envolveram trabalhadores de fundição e soldadores (ATSDR, 2005a), sendo o Ni e seus compostos classificados como carcinogênicos pela IARC (IARC, 2017).

O Pb é amplamente distribuído no meio ambiente e, conforme classificação da IARC (2006) seus compostos inorgânicos são considerados como provavelmente carcinogênicos para humanos. Estimou-se que a exposição ao Pb é responsável por 1% da quantidade global de doenças (Fewtrell et al. 2004), e cerca de 99% de todas as crianças afetadas pela exposição ao chumbo vivem em países de baixa e média renda (Suk et al. 2003). A exposição humana ao chumbo pode ocorrer, principalmente, via ingestão e inalação. Com relação a exposição ocupacional, a inalação pode ocorrer a partir de fumos de óxido de Pb, que são gerados pelo corte e solda de ligas de Pb ou de outros metais, os quais são revestidos com tinta à base de Pb. Uma vez dentro do organismo, o chumbo estará associado aos ossos, tecidos e ao sangue. A ação do Pb está relacionada ao fato do íon Pb^{2+} ter afinidade por proteínas, comprometendo o funcionamento de estruturas as quais elas pertencem, além deste íon ser similar a íons essenciais

bivalentes como Ca^{2+} e Zn^{2+}. Estas características fazem com que a exposição crônica ao chumbo leve o indivíduo a ter sérios problemas na produção de hemoglobina, danos ao sistema nervoso central e periférico, problemas vasculares, nefropatia, entre outros males (Hoet, 2005a; Olympio et al., 2009; Olympio et al., 2010).

O Sn é um metal prateado, maleável, que é sólido nas condições ambientais. A exposição humana ao Sn pode ocorrer por ingestão, inalação ou absorção dérmica, sendo essa última via significativa de exposição ocupacional para determinados compostos organoestânicos (ATSDR, 2005b). Muitos dos compostos orgânicos de estanho podem afetar a fosforilação oxidativa mitocondrial e alterar as membranas (Kimbrough, 1976; Winship, 1988). Estudos de exposição ocupacional à forma inorgânica deste elemento encontraram efeitos negativos no sistema respiratório (ATSDR, 2005b). O Sb é um constituinte natural do solo e está naturalmente presente na crosta terrestre em níveis de cerca de 0,2 – 0,3 $\mu g\ g^{-1}$. A população em geral está exposta a baixos níveis de Sb que podem estar presentes no ar e na comida. Já trabalhadores expostos ocupacionalmente terão maiores níveis de exposição ao Sb (ATSDR, 2017).

O Zn atua como cofator em mais de 200 enzimas, particularmente nas que atuam na síntese proteica. Este elemento também está associado à síntese de DNA, reprodução, formação dos ossos, crescimento e sistema imunológico (Barceloux e Barceloux,1999; Walsh et al., 1994). Não há evidências da ação carcinogênica do Zn em situações de exposição crônica, entretanto, em situações de exposição aguda deste elemento, pode haver danos nos rins, corrosão do trato gastrointestinal e até mesmo leucocitose (Barceloux e Barceloux, 1999). Trabalhadores que realizam atividade de fundição e soldagem podem estar expostos a partículas de óxido de Zn ultrafinas (0,2-1,0 μm) que se originam do aquecimento do Zn e, se inaladas, essas pequenas partículas (<1 μm) atingem os alvéolos e causam inflamação e lesão tecidual na periferia do pulmão (ATSDR, 2005).

1.3 BIOMONITORAMENTO HUMANO

A avaliação da exposição humana aos EPTs, presentes no ambiente externo ou de trabalho, vem sendo estimada pela medida periódica desses contaminantes em amostras ambientais tais como ar, água e solo, denominado monitoramento ambiental (Bashkin, 2006). No entanto, as medidas periódicas de determinada substância química ou seu metabólito na

população exposta (biomonitoramento humano - BH), podem melhorar a qualidade das avaliações de risco, pois fornecem uma relação direta entre exposição à substância química e a dose interna, e possíveis efeitos à saúde (WHO, 1995). Adicionalmente, o uso de biomarcadores de exposição pode auxiliar o diagnóstico clínico (WHO, 2000).

Desta maneira, o BH vem sendo utilizado nas áreas de Saúde Ocupacional e Ambiental para verificar a adequação com os padrões legais definidos para cada substância. Assim, o monitoramento da exposição de trabalhadores ou da população geral aos EPTs é um procedimento que consiste de avaliação e interpretação de parâmetros biológicos e/ou ambientais, com a finalidade de detectar os possíveis riscos à saúde comparando-se com referências apropriadas (Apostoli, 1999).

Muitos estudos de biomonitoramento das populações para avaliação da exposição a contaminantes químicos estão disponíveis na literatura. Os principais estudos, cuja abrangência demográfica faz com que tenham maior representatividade, são o *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES), realizado pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) nos EUA, o *German Environmental Survey* (GeES) da Alemanha e o E*nvironmental Health Monitoring System in the Czech Republic*, estudo nacional da República Checa (Pirkle et al., 1994; CDC, 1997).

O desenvolvimento da química analítica colocou definitivamente os indicadores biológicos, geralmente definidos como biomarcadores, como instrumentos valiosos na avaliação da exposição ambiental da população geral. Esse importante fato possibilitou a determinação de compostos em concentrações muito baixas nas diversas matrizes biológicas, já que os níveis de exposição da população geral, usualmente são mais baixos do que os níveis aos quais os trabalhadores estão submetidos (Mutti, 1999).

Os biomarcadores constituem uma abordagem eficiente nos estudos de avaliação de risco e impacto ambiental, pois detectam de forma precoce os efeitos reais que estão ocorrendo nos seres vivos em situações de exposição a ambientes poluídos e contaminados. O uso de biomarcadores de exposição é fundamental para que possam ser tomadas medidas mitigadoras e de proteção a estes ambientes e aos seres humanos.

São escassos os dados no Brasil sobre a extensão da contaminação por EPT da população geral e, principalmente, da população mais vulnerável composta por crianças. Uma revisão recentemente publicada revelou que os estudos realizados em países da América Latina

e Caribe que avaliam a exposição de crianças ao elemento Pb, são escassos, pontuais ("*hot spots*") e possuem um número pequeno de indivíduos avaliados (Olympio et al., 2017).

Como visto acima, ainda que em baixas doses, a exposição aos EPTs está associada a diferentes desfechos negativos à saúde humana. Um estudo de coorte encontrou associação positiva entre a exposição ao Pb durante o pré-natal (14,3 $\mu g\ L^{-1}$) e hiperatividade em crianças de 7-8 anos de idade na Bélgica (Sioen et al., 2013). Em um outro estudo com trabalhadores da indústria de joias, realizado na Índia, foi identificado que a exposição ao Cd contribui para o estresse oxidativo e aumento da fragilidade e anormalidades morfológicas dos eritrócitos (Moitra et al., 2014). Trabalhadores de uma empresa de fundição expostos às concentrações no ar de As 2 vezes maiores que o valor limite estabelecido (Valor limite: 0,01 $mg\ m^{-3}$) apresentaram maiores concentrações de As urinário (58,9 $\mu g\ L^{-1}$), com efeitos nefrotóxicos manifestados por níveis mais altos de proteínas de baixa massa molecular na urina e níveis elevados no soro (Halatek et al., 2009).

Um estudo envolvendo trabalho domiciliar realizado no estado do Novo México, EUA, determinou a concentração de alguns EPTs em amostras de poeira retiradas de casas de trabalhadores que fabricavam joias em seus domicílios e comparou com a poeira de casas onde tais atividades não eram realizadas, chamadas de controle. Os elementos: Ag, Cu, Ni, Hg e Sb foram significativamente maiores nas áreas das casas onde as joias eram fabricadas em comparação com as casas controle ($p \leq 0.02$) (Gonzalez et al., 2004).

São notórias as contribuições que os estudos científicos podem proporcionar, ainda mais quando se trata de cenários complexos, como, por exemplo, o da cidade de Limeira. Tais estudos podem subsidiar informações para elaboração de ações e políticas públicas. A pesquisa desenvolvida por Vilela e Ferreira (2008) na cidade de Limeira, lançou luz a um problema complexo e de caráter urgente de Saúde Pública pelas atividades realizadas envolverem, dentre outros problemas, o trabalho infantil e informal de produção de joias e bijuterias e a exposição ocupacional a EPTs em ambiente domiciliar. Com a contribuição deste trabalho, algumas ações de vigilância foram criadas em Limeira, após a organização de uma comissão intersetorial para discutir os problemas relacionados com o trabalho infantil e informal existentes no município. A criação desta comissão ocorreu após a publicação de uma matéria no jornal O Estado de São Paulo, em dezembro de 2006, com base em uma pesquisa do mesmo grupo, a qual abordou o envolvimento de crianças e adolescentes na produção de joias e bijuterias no município de Limeira (Lacorte et al., 2013).

Conforme levantamento comparativo feito por Lacorte e colaboradores (2013), alguns avanços foram observados após a criação da Comissão Municipal de Erradicação do Trabalho Infantil de Limeira (COMETIL) que ocorreu por meio da Portaria 1026 de 3 de julho de 2007 e, em 22 de dezembro de 2016 teve sua instituição decretada. Ações de vigilância, que não existiam antes da COMETIL, foram criadas, tais como: criação do Programa de Saúde do Trabalhador; levantamento da situação de trabalho infantil entre os usuários do Sistema Único de Saúde (SUS), em 2010; registros de acidente de trabalho no Sistema de informação de agravos de notificação (SINAN) e a implementação do Sistema de informação e vigilância de acidentes do trabalho (SIVAT) (Lacorte et al., 2013).

São muitos os objetivos a serem alcançados com a implementação de sistemas de vigilância. Dentre alguns destes objetivos citados por Waldman (1998), podemos salientar a identificação de fatores de risco associados com a ocorrência de doenças, recomendação, com bases objetivas e científicas, de medidas necessárias para prevenir ou controlar a ocorrência de agravos à saúde e a avaliação do impacto de medidas de intervenção por meio de coleta e análise sistemática de informações relativas ao específico agravo, objeto dessas medidas.

São escassos os estudos que apresentem dados com relação a saúde de trabalhadores que atuem em atividades informais e domiciliares. Esta população pode estar exposta a muitos riscos. Em um estudo envolvendo 383 trabalhadoras formais da cadeia de joias e bijuterias de Limeira, sendo destas 191 atuando e 192 não atuando com galvanoplastia, foi encontrada maior prevalência de disfunções tireoidianas e hipotireoidismo no grupo de trabalhadoras expostas ao cianeto, substância que pode estar presente nos vapores liberados do processo galvânico (Figueiredo, 2011).

Frente ao cenário apresentado, espera-se que, nesse estudo, possamos fornecer subsídios às autoridades locais para formulação de políticas públicas de saúde e ambientais com vistas a mitigação dos riscos à saúde aos quais crianças e adultos possam estar expostos.

O expossoma humano é o somatório de todas as exposições que um ser humano possa ter durante toda a sua vida, seja endógena (ex.: inflamação, infecção, etc.) ou exógena (ex.: poluição, radiação, dieta, medicamentos, produtos químicos, etc.) (Rappaport et al., 2014), e sua determinação tem como objetivo avaliar se a exposição a fatores exógenos e endógenos foram os responsáveis pelo desenvolvimento de determinadas doenças, além de comparar os expossomas entre indivíduos saudáveis e doentes para auxiliar no desenvolvimento da epidemiologia molecular, ao longo das diferentes fases da vida. Sua abordagem exige uma visão

holística, integrando o ambiente interno do corpo humano com o ambiente externo e a porção individual de exposição aos diferentes tipos de xenobióticos, considerando os fatores ecológicos, sociais e culturais de cada indivíduo (Pino et al., 2017).

Desta forma, os resultados do presente estudo, em conjunto com os resultados dos trabalhos do grupo ligados a este projeto, podem resultar em dados científicos pioneiros e relevantes, os quais possibilitarão discutir apropriadamente o impacto das atividades ocupacionais realizadas em ambiente domiciliar à saúde humana e ambiental, não só localmente, mas também com vistas à saúde do trabalhador e do expossoma humano.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

Investigar as possíveis associações entre a exposição ocupacional aos EPTs e o ambiente de trabalho informal dos trabalhadores domiciliares inseridos no arranjo produtivo de joias e bijuterias na cidade de Limeira – SP

2.2 Específicos

i) realizar um estudo descritivo sobre o processo produtivo de bijuterias de Limeira, SP, considerando o APL informal e domiciliar;

ii) determinar as concentrações de EPTs no sangue (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Sn, Sb e Zn);

iii) determinar as concentrações de ambientes internos (*indoor*) de EPTs na zona de respiração dos trabalhadores;

iv) investigar possíveis associações entre a) níveis de concentração dos EPTs encontrados no ambiente de trabalho e atividade desenvolvida e; b) níveis de EPTs encontrados no ambiente de trabalho e concentrações dos respectivos EPTs no sangue;

v) discutir os riscos identificados versus a legislação aplicável, por meio do método de avaliação das lacunas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (Parecer Nº 1.053.983). Trata-se de estudo transversal que faz parte de um projeto mais amplo (Processo FAPESP 2016/11087-8), coordenado pela orientadora deste estudo, Profa. Dra. Kelly Polido Kaneshiro Olympio, que inclui os trabalhadores informais envolvidos no Arranjo Produtivo Local (APL) da indústria de joias e bijuterias de Limeira, SP. Abaixo estão detalhados os métodos e materiais utilizados e ao final desse capítulo, no Quadro 1 são apresentados, resumidamente, os métodos utilizados, forma de análise e produto obtido para cada objetivo especifico do presente estudo.

3.1. SELEÇÃO DO GRUPO EXPOSTO

Para seleção dos participantes a metodologia utilizada foi a de amostra de conveniência e o critério de inclusão foi que ao menos um membro da família trabalhasse em casa em alguma etapa da produção de joias e bijuterias, esse grupo de famílias foi chamado de Exposto. Pelo acordo de colaboração e apoio firmado pela secretaria da saúde de Limeira representada pelo secretário da saúde Alexandre Ferrari Augusto (ANEXO 2), recebemos apoio dos Centros de Saúde da Família (CSF), no qual os coordenadores foram informados da pesquisa e indicaram agentes comunitários de saúde (ACS) para auxiliar na seleção dos participantes. As famílias indicadas pelos ACS foram visitadas e, convidadas a receber o pesquisador para apresentação e convite da pesquisa. As visitas e convites foram feitos nos meses de fevereiro, março e abril de 2017. No momento do convite, foi explicado oralmente o objetivo, motivação, metodologia, benefícios e riscos da pesquisa. Para as famílias que aceitaram, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para leitura e posterior assinatura. Todas as dúvidas apresentadas no momento do convite foram esclarecidas e foi indicado um número de telefone para contato em caso de dúvidas. Foram convidadas 46 famílias que possuíam ao menos um morador que trabalhava em alguma etapa da produção de joias e bijuterias em casa, a serem consideradas do grupo Exposto. Obtivemos 38 aceites, entretanto durante a etapa de agendamento da coleta, 4 famílias desistiram de participar e 3 famílias não estavam mais trabalhando com joias em casa. Duas famílias desistiram de participar no dia da coleta. Finalmente, participaram da coleta 29 famílias do grupo Exposto totalizando 112 participantes.

3.2. SELEÇÃO DO GRUPO CONTROLE

A partir do grupo Exposto foram selecionadas famílias, que morassem próximas, porém, que não fossem vizinhas e que deveriam atender o critério de que não tinham nenhum morador que trabalhasse com joias e bijuterias no domicilio ou em uma empresa privada. Para selecionar estas famílias, a partir das famílias trabalhadoras, a pesquisadora caminhava, no sentido horário sempre virada para a rua, dentre uma sequência de 4 casas a 4ª era selecionada, inicialmente verificar se havia alguém trabalhando na produção de joias e bijuterias. Em caso negativo, este indivíduo era convidado para participar do projeto. Foram convidadas 33 famílias que moravam próximas as famílias do grupo Exposto e que atendiam o critério de inclusão. Obtivemos 30 aceites das famílias, porém tivemos 4 desistências durante o agendamento da coleta e 3 famílias desistiram de participar no dia da coleta. Participaram 23 famílias do grupo Controle, totalizando 53 participantes.

3.3. COLETA E MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE EPTs NO SANGUE VENOSO

As coletas de sangue foram realizadas nos meses de julho e agosto de 2017 por enfermeiros treinados e com experiência em realizar este procedimento, tanto em crianças quanto em adultos. Amostras de sangue venoso (6 mL) foram coletadas, para a determinação de EPTs, de todos os participantes do estudo, em tubos Vacutainer®, heparinizados e livres de metais. Logo após a coleta, os tubos foram armazenados em caixa térmica com material frio para manter a temperatura baixa durante o transporte. Ao chegar no Laboratório de Análises da Exposição Humana à Contaminantes Ambientais (LEHCA), localizado na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da Universidade de São Paulo (USP), os tubos foram estocados a -80°C por aproximadamente 2 semanas antes da determinação dos EPTs. O preparo das amostras de sangue foi realizado na FSP-USP e amostras analisadas por espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS Agilent 7900, Hachioji, Japan) na Universidade Federal do ABC (UFABC). Uma alíquota de 200 µL de cada amostra de sangue foi diluída 1:50 em um tubo de polipropileno de 15 mL FALCON® com uma solução contendo 0,01% (v / v)

de Triton X- 100, ácido nítrico 0,5% (v / v). Uma solução padrão de Y 10 µg L^{-1} foi utilizada como padrão interno. Cada amostra de sangue foi preparada em triplicata. Para preparação de todas as soluções foi utilizada água ultrapura (resistividade 18,2 MΩ) e todos os reagentes utilizados de grau analítico (Batista et al., 2009). O controle dos resultados analíticos foi realizado com o uso de material de referência certificado de sangue total humano liofilizado (Seronorm® TE Whole Blood Level II - Stasjonsveien). As condições e parâmetros operacionais estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Condições e parâmetros operacionais de análise utilizados no ICP-MS

Isotopos Monitorados	
Modo Hélio (DL - µg L^{-1})	^{55}Mn (0,04), ^{60}Ni (0,16), ^{63}Cu (0,53), ^{66}Zn (1,06), ^{118}Sn (0,02) e ^{121}Sb (0,005)
No gas (DL - µg L^{-1})	^{111}Cd (0,001), ^{202}Hg (0,15) e ^{208}Pb (0,002)
HEHe (DL - µg L^{-1})	^{75}As (0,10), ^{52}Cr (0,16)
Potência da radiofrequência	1550W
Padrão interno	^{89}Y 10 µg L^{-1}
Taxa de fluxo do gás argônio	15 L min^{-1}
Fluxo He	5 L min^{-1}
HEHe	10 L min^{-1}
Fluxo de transporte do gás nebulizador	1.05 L min^{-1}
Câmara de nebulização	Scott (double pass)
Interface	Cones de Níquel
Cone de amostragem	1,0 mm
Skimmer	0,9 mm
Célula de colisão	Hélio > 99,9999 %

3.4. COLETA E MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE EPTs NO AR

Para determinar a exposição do trabalhador aos fumos de solda, foi realizada amostragem utilizando filtros de éster de celulose mista (MCE) de 0,8 mícrons com o auxílio de bomba de coleta e amostragem de ar individual, marca SKC AirChek XR5000®, contendo Kit de coleta. A bomba foi calibrada antes e depois de cada coleta para verificação da vazão utilizando um calibrador (Gilian – Gilibrator 2). Durante a amostragem, o filtro foi colocado próximo à zona de respiração do trabalhador, pelo período de cerca de 4 horas com volume de vazão de 2 litros

por minuto (OSHA, 2002). Durante toda a coleta a pesquisadora acompanhou o participante, observou e registrou as atividades realizadas pelo participante da pesquisa e preencheu o questionário de exposição ocupacional (ANEXO 3). Na etapa de preparação da amostra para seguir para determinação dos EPTs, os filtros foram pesados, colocados em tubos de plástico tipo FALCON® e passaram por digestão pela da adição de 1mL de HNO_3 65%, sendo mantidos em temperatura ambiente por 24 horas. Após a digestão, foram diluídos para 15mL com água ultrapura (resistividade 18.2 MΩ). A determinação dos EPTs foi realizada por ICP-MS. O preparo das amostras de filtro e as análises químicas foram realizados na UFABC.

3.5. ESTUDO DESCRITIVO E AVALIAÇÃO DAS LACUNAS

Para caracterização do cenário de exposição e realização do estudo descritivo foi utilizado um questionário estruturado baseado na Avaliação de Exposição proposta pela Associação Americana de Higiene Industrial (AIHA) onde itens como caracterização do ambiente de trabalho, identificação das etapas realizadas e materiais e produtos químicos utilizados, controles e condição das exposições são registrados (AIHA, 2015). Esse questionário foi aplicado pela pesquisadora durante a coleta de ar. A partir deste questionário foram destacadas as informações relevantes para compor a avaliação das lacunas. Outros dois questionários foram aplicados para obter as características demográficas dos participantes, tais como: sexo, idade, se fumante e nível de escolaridade (ANEXO 3). Foram verificadas as normas regulamentadoras (NR), relativas à segurança e medicina do trabalho (Brasil, 2018). Tais normas são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (Brasil, 1978). Também foram verificadas a Constituição da República Federativa do Brasil (Brasil, 1988) e a CLT para identificar se haviam evidências observadas em desacordo (Brasil, 1943).

3.6. PROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados dos questionários foram inseridos em um banco de dados por meio do software Epidata e conferidos por meio de dupla verificação. O banco foi convertido para planilha de excel para ser utilizada nos softwares estatísticos. A análise estatística foi realizada utilizando a linguagem de programação Pyton e o software STATA 13.1 (STATA Corporation, TX, EUA). Para os elementos cujas concentrações no sangue ficaram abaixo do limite de

quantificação (LQ) foram atribuídos um valor de LQ/2. A estatística descritiva dos dados relativos a 165 participantes incluiu a média geométrica (GM), o intervalo de confiança de 95% (IC 95%) correspondente e os percentis 95. As diferenças de EPT no sangue entre os subgrupos com base nas diferentes variáveis foram testadas pelo teste U de Mann-Whitney. A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada para descrever as relações em dados, reduzindo as dimensões dos dados e avaliando as principais fontes de variação. É mencionado que, primeiramente, antes de aplicar o PCA, o conjunto de dados foi padronizado, removendo a média e o escalonamento para a variância unitária. O nível de significância foi estabelecido em 5%. Além disso, uma análise de cluster foi realizada para identificar a ligação entre os dados. Finalmente, foi realizada uma análise de regressão logística para obter mais informações sobre um grupo de observações. Para as amostras de ar, foram calculadas as GM e o intervalo de confiança de 95% (IC 95%), bem como a concentração mínima e máxima dos elementos.

Os participantes também foram estratificados por algumas características, incluindo idade (Faixas etárias: 1 - 5, 6 - 11, 12 - 19 e ≥20 anos), sexo (masculino ou feminino), fumante ou não fumante (sim ou não) e por grupo (Exposto e Controle). O grupo Exposto também foi estratificado por etapa da produção de joias e bijuterias que realiza (solda e montagem).

Quadro 1. Objetivos específicos, métodos, forma de análise e produtos apresentados nesse estudo

Objetivos específicos	Métodos	Forma de análise	Produtos
Realizar um estudo descritivo do arranjo produtivo	- Observação - Aplicação de questionários estruturados	- Triangulação dos dados	- Artigo 1 - Artigo 2
Determinar as concentrações de EPTs no sangue	- Coleta do sangue - Determinação da concentração dos elementos por ICP-MS	- Comparação dos níveis sanguíneos dos elementos com dados de outras populações (nacional e internacional)	- Artigo 1
Determinar as concentrações *indoor* de EPTs na zona de respiração dos trabalhadores	- Coleta das amostras de ar da zona de respiração de soldadores - Determinação da concentração dos elementos por ICP-MS	- Comparação com os limites estabelecidos pela legislação disponível (nacional e internacional)	- Artigo 1
Investigar possíveis associações	- Análise estatística	- Interpretação dos resultados	- Artigo 1
Discutir os riscos identificados versus a legislação aplicável	- Levantamento da base regulatória aplicável - Coleta de dados pela aplicação de questionário estruturado	- Comparação das lacunas levantadas com a base legal vigente	- Artigo 2

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão elaborados a partir dos dados coletados nesse estudo estão apresentados em dois artigos científicos, conforme detalhado no Quadro 1 no capítulo de materiais e métodos dessa dissertação. Os artigos, na íntegra, estão apresentados neste capítulo.

4.1. Home-based and informal work exposes the families to high levels of potentially toxic elements

Ana Paula Sacone da Silva[1]
Elizeu Chiodi Pereira[1]
Fernanda Junqueira Salles[1]
Fabio Ferreira da Silva[2]
Bruno Lemos Batista[2]
Evangelos Handakas[3]
Kelly Polido Kaneshiro Olympio[1*]

[1]Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César, CEP 01246-904, São Paulo, SP, Brazil. E-mail: saconeap@usp.br, elizeu.pereira@usp.br, fjsalles@usp.br, kellypko@usp.br.

[2]Centro de Ciências Naturais e Humanas Universidade Federal do ABC, Avenida dos Estados, 5001. Bairro Santa Terezinha. Santo André - SP - Brasil. CEP 09210-580, Santo André, SP, Brazil. E-mail: fabiofersil@gmail.com, bruno.lemos@ufabc.edu.br.

[3]Imperial College London, Department of Medicine, Computation and Medicine, London, United Kingdom. E-mail: e.chandakas@imperial.ac.uk.

*Corresponding Author: E-mail: kellypko@usp.br (Olympio, KPK).

Versão submetida à revista *Chemosphere* (Fator de Impacto = 4.4)

Abstract

The city of Limeira presents a relevant productive chain of jewelry and fashion jewelry, including a scenario of outsourcing informal home practices. It is highly complex to understand the potentially toxic elements (PTE: Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sn, Sb, Hg and Pb) exposures of the workers because this productive chain encompasses households. This study aimed to investigate the associations between blood PTE levels and informal work in the home environment. Fifty-two families divided into exposed group (n=112) and control group (n=53) were included. Blood (n=165) and welder's breathing zone air samples (n=9) were collected and PTEs concentrations were determined by ICP-MS. Three questionnaires were applied to collect sociodemographic information and details of the workplace. Principal component analysis and Mann-Whitney test were performed. A cluster and a logistic regression analysis based on environment-wide association studies (EWAS) were carried out. Ni, Cu, Zn, Cd and Pb concentration in the air samples were higher than American occupational guidelines. A significant statistical difference was found for Pb concentration between the exposed and control groups and between sexes. For Cu and Sb, differences were found between the sexes. The receiver operating characteristic of the EWAS was 0.80, providing evidence of a potential model to associate exposure levels and occupational factors. PTEs concentrations found in the air samples raised concerns, particularly for children, who were in the same exposure scenario. Inadequate work conditions were observed in the houses, revealing the need to implement public actions to protect the workers and their families.

Keywords: occupational exposure, air pollution indoor, metals.

1. Introduction

The human exposome englobes all exposures which a person may be underwent from conception onwards (Rappaport et al, 2014), and the occupational exposure is a highly relevant specific external exposure, once it may contribute substantially on the living conditions and health representing a huge portion of our lifetime (Harper et al., 2015). It has been estimated that around 8% of all cancers are caused by occupational exposures to carcinogens (Purdue et al., 2015) and that 7% of lung cancers in the general population are attributable to occupational exposures to carcinogens (Prüss-Ustün et al., 2016).

Home-based and informal jewelry-making processes in Limeira, São Paulo, Brazil, compose a scenario of outsourcing that is very peculiar. In this production process, it is complex to understand the exposures to potentially toxic elements (PTEs) such as chrome (Cr), manganese (Mn), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), antimony (Sn), tin (Sb), mercury (Hg) and lead (Pb) of the workers, considering that all household is involved and pottentially exposed, especially children. The jewelry and fashion jewelry production processes encompasses several steps that which use products made up of chemical elements with high toxic potential (Antonini et al., 2003; Lacorte et al, 2013). Among these steps, we have the welding process, whose gases and particles could expose the workers. That chemical exposure is associated with damage to the immune system (Boshnakova et al., 1989; Tuschl et al., 1997; Zeidler-Erdely et al., 2012) neurological development (Flynn & Susi, 2009, Olympio et al., 2009), pulmonary outcomes (Moulin, 1997; Antonini et al., 2004), and cardiovascular diseases (Ibfelt et al., 2010; Mocevic et al., 2015; Lanphear et al., 2018).

The outsourcing informal home-practices raises concerns once, besides children are potentially exposed to occupational levels of exposure, the household's workers do not have access to training to adequately handle chemical components and do not operate in an environment with adequate occupational hygiene, so compliance with legislation to protect workers against chemical exposures tends not occur. Furthermore, data about the concentration of PTEs in the air associated with biological concentration in welders are scarce (Ellingsen et al., 2017). Taking into account this complex exposure scenario, we intended to address the following questions: a) are there associations between blood element levels (BEL) and informal work in the home environment? and b) do breathing zone air elements levels (AL) of home-based welders cause risk to their health?.

2. Material and methods

a. Study population

The study protocol was reviewed and approved by the institutional review board of the School of Public Health of the University of Sao Paulo (Protocol N° 41965115.0.0000.5421). All participants signed an informed written consent to take part in the study.

A total of 165 participants from 52 families were invited to participate in this study. This population was divided into two groups: an exposed group (n = 112) and a control group (n = 53). The exposed group was made up of 112 workers from 29 families who had at least one outsourced worker who produced jewelry inside of the house. The processes performed by the workers were mainly welding and setting jewelry and fashion jewelry. The control group was composed of 23 people from neighboring families who were similar to the exposed group, but who were not occupationally exposed to chemicals. Table 1 shows the demographic characteristics of the participants, and Figure 1 illustrates the studied area and the distribution of the families in the city. The samples and data collection (that is, the blood and air samples and the questionnaires) were obtained between July and August 2017 on Tuesdays, Wednesdays, or Thursdays during the day for control group and after 4:00 PM for the exposed group.

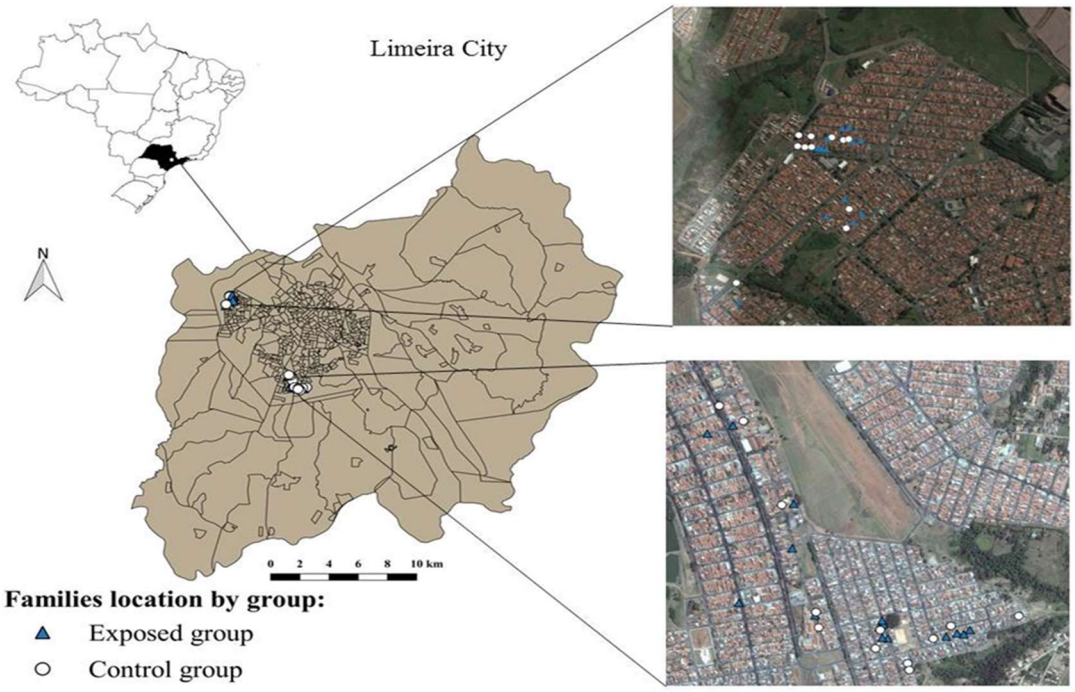

Fig. 1 Map of the city of Limeira and the distribution of the families by group (exposed or control)

b. Blood collection, sample preparation, and chemical analysis

The blood collection was performed by a trained nurse after the work shifts for the exposed group and during the day for the control group. Six milliliters of whole blood were collected for determination of PTEs (Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sn, Sb, Hg and Pb) in heparinized tubes that were free of trace elements (Vacutainer®). After the collection, the blood samples were stored at -80ºC until the chemical analysis.

The determination of trace elements were carried out with an inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) equipped with a reaction cell (ICP-MS 7900, Hachioji, Japan) and operated with high-purity argon (99.999%, White, Brazil) and helium (99.999%, White, Brazil) as the reaction gas. The sample introduction system was composed for a quartz double-pass spray chamber and a Burgener® nebulizer connected by Tygon® tubes to the peristaltic pump on the ICP-MS (set at 20 rpm). The blood samples were diluted 1:50 into a 15 mL polypropylene Falcon® tube (Becton Dickinson) with a solution containing 0.01% (v v−1) Triton® X-100, 0.5% (v v−1) nitric acid and 10 µg L−1 of each one of the internal standard Yttrium. High purity de-ionized water (resistivity 18.2 MΩ cm−1) was used for preparation of the samples and solutions (Batista et. al., 2009). As a quality control, the method was validated by analyzing certified reference material (CRM) in every batch of samples (Seronorm® TE Whole Blood Level II - Stasjonsveien). The limits of detection (LOD) were 0.1597 µg L−1, 0.036 µg L−1, 0.164 µg L−1, 0.534 µg L−1, 1.060 µg L−1, 0.096 µg L−1, 0.001 µg L−1, 0.017 µg L−1, 0.005 µg L−1, 0.1507 µg L−1, and 0.002 µg L−1 for Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sn, Sb, Hg, and Pb, respectively. The LOQ were 1 µg L−1 for the elements Cr, Mn, Ni, As, Cd, Sn, Sb, Hg and Pb, 50 µg L−1 for Cu and Zn. The CRM recovery for all elements was between 80-120%.

c. Exposure assessment

An exposure assessment questionnaire was administered for all workers, and air samples were collected from nine welders. The collection of the welding fumes was performed using a filter media (mixed cellulose ester, 0.8 µm pore sizes, 37 mm) with a sampling pump (SKC AirChek XR5000®), set up with a 2 L min-1 flow rate, for four hours (OSHA, 2002). The pump was calibrated before sampling, using a calibrator (Gilian – Gilibrator 2), and the flow rate was rechecked after sampling. The welding fumes were collected by locating the sampling head within the welders' breathing zone. The filters were digested in a 15 mL polypropylene Falcon® tube (Becton Dickinson) with a solution containing 1 mL of 65% HNO3, for 24 hours at room

temperature, and then diluted to 15 mL with high-purity deionized water (resistivity 18.2 MΩ cm−1). The determination of the PTEs (Mn, Ni, Cd, Sb, Sn, Cu, Zn and Pb) was carried out with an ICP-MS equipped with a reaction cell (ICP-MS 7900, Hachioji, Japan) operating with high-purity argon (99.999%, White Martins, Brazil) and helium as the reaction gas (99.999%, White Martins, Brazil). Blanks were run before the analysis of air samples.

The exposure assessment questionnaire was administered during the air sample collection, and details about the location of work, the processes that the workers were performing, their job tasks, the use of protective equipment, and the working lifetime of each individual were collected. An emphasis was placed on collecting information about welding, other jobs associated with welding exposures, and materials and solvents that were manipulated (AIHA, 2015).

Table. 1 Absolute frequency of demographic characteristics of the participants, by exposure group and sex. Limeira, São Paulo, 2017

Variable	Overall		Exposed group	Control group
	Males	Females		
Subjects	66	99	112	53
Current Smokers	4	14	11	7
Age				
1 – 5 years	7	6	9	4
6 – 11 years	8	6	10	4
12 – 19 years	21	10	26	5
> 20 years	30	77	67	40
Educational level				
Illiterate	1	5	4	2
Basic school complete	57	69	92	34
Secondary school complete	3	24	13	14
University	2	1	1	2
Jewelry workers				
Assemblers	2	26	28	0
Welders	9	20	29	0

d. Data processing and statistical approach

The statistical analyses were conducted using Python programming language and STATA 13.1 software (STATA Corporation, TX, USA). Element concentrations in blood that were below the limit of quantification (LOQ) were assigned a value of LOQ / 2. The descriptive statistics of data relating to the 165 participants included the geometric mean (GM), the corresponding 95% confidence interval (95% CI) and the 95th percentiles. Differences in the concentration of PTEs in blood among the subgroups based on the different variables were tested by the Mann-Whitney U test. A principal component analysis (PCA) (Tipping and Bishop, 1999) was applied to investigate the relationships in the data, to reduce the actual data dimensions, and to assess the main sources of variation. Before applying PCA, the dataset was standardized by removing the mean and scaling to unit variance (Chan et al., 1983). Additionally, a cluster analysis (Ball and Hall, 1967) was performed to identify any linkages between the data. Finally, EWAS approach (Patel et al., 2010) using a logistic regression analysis was carried out to gain further insight into a group of observations. For air samples, the GM and the corresponding 95% confidence interval (95% CI) as well as the minimum and maximum elements concentrations were presented.

The participants were also stratified by the following characteristics including age (1 – 5, 6 – 11, 12 – 19 and ≥20 years), sex (male or female), smoking status (yes or no), and by group (exposed or control). The exposed group was also stratified by welder and non-welders.

3. Results

The blood concentration of eleven elements in blood were measured in 165 participants by ICP-MS. In addition, the exposure assessment was composed by applying specific questionnaire for all workers and the collection of air samples from nine welders to determine the elemental concentrations by ICP-MS of eight PTEs.

The distribution of data for the exposed and control groups, based on according to sex, age group, educational categories and tobacco smoking status, are shown in Table 1. The percentage of current smokers was higher in the control group (13.2%). The median for age was 23 years in the exposed group and 33 years in the control group. Eighty percent of the workers were female, and 43.5% of those female then worked as welder. None of the workers reported the use of respiratory protection equipment, and only two workers reported the use of protection

glasses during the welding process. None of the working environments, which were all located within houses, had not mechanical ventilation systems or local exhaust ventilation.

The blood levels found for the elements As, Cr and Hg for all observations were below the LOD. Therefore, the values for these elements were not considered in any statistical test or descriptive analyses.

The GM and the 95th percentiles for the PTEs determined in blood, by sex and exposure group, are shown in Table 2. In the present study, it was not possible to calculate the GM for the elements Cd (for either groups) or Sn (for the control group) because of the number of values below the LOQ. The female participants from the exposed group had the highest GM for the tested elements; the only exception was Pb, for which the males in the exposed group had the highest GM (Pb =15.01 μg. L-1). A significant statistical difference was found for Pb concentrations between the exposed and control groups and between males and females ($p<0.05$). For Cu and Sb were also found significant statistical differences between males and females ($p<0.05$).

Table. 2 Geometric means (GM) and their 95% confidence interval (CI 95%), and 95th percentiles (95th) for the potentially toxic elements levels (PTE) determined in the blood of study participants (µg. L-1), by exposure group and sex

PTE	Exposed group						Control group					
	Male (n=51)		Female (n=61)		Overall		Male (n=15)		Female (n=38)		Overall	
	95th	GM (CI95%)	95th	GM (CI95%)	95th	GM (CI95%)	95th	GM (CI95%)	95th	GM (CI95%)	95th	GM (CI95%)
Mn	17.56	9.33 (8.51 - 10.23)	16.81	10.05 (9.24 - 10.93)	17.34	9.71 (9.13 - 10.33)	11.33	8.62 (7.74 - 9.59)	14.65	9.70 (8.81 - 10.68)	13.87	9.38 (8.70 - 10.11)
Ni	9.18	5.62 (5.16 – 6.12)	11.38	5.73 (5.12 – 6.42)	11.27	5.68 (5.29 - 6.10)	7.41	5.28 (4.71 - 5.93)	9.64	5.55 (4.84 – 6.37)	8.79	5.47 (4.95 - 6.06)
Cu	1447.10	939.25 (883.85 – 998.12)	1749.13	1154.19 (1082.73 – 1230.37)	1727.04	1050.81 (1001.70 -1102.32)	1216.32	887.09 (788.46 – 998.05)	1420.25	1028.59 (969.60 – 1091.17)	1329.74	986.39 (933.69 - 1042.08)
Zn	4981.75	3213.21 (2989.55 – 3453.61)	4928.45	3311.95 (3101.21 – 3537.02)	4981.75	3266.62 (3113.78 -3426.96)	4589.30	3446.35 (3164.88 – 3752.86)	4290.63	3203.25 (3012.10 – 3406.54)	4468.84	3270.26 (3111.94 - 3436.64)
Cd	*	*	3.48	*	3.05	*	*	*	*	*	*	*
Sn	3.00	0.99 (0.82 – 1.19)	3.69	1.32 (1.10 – 1.59)	3.54	1.88 (1.72 - 2.05)	*	*	*	*	*	*
Sb	3.44	1.57 (1.36 – 1.84)	3.40	1.75 (1.53 – 2.00)	3.44	1.90 (1.75 - 2.05)	4.74	1.36 (0.96 – 1.95)	3.04	1.70 (1.51 – 1.93)	3.04	1.76 (1.60 - 1.94)
Pb	39.17	15.01 (12.73 – 17.71)	36.62	13.25 (11.40 – 15.40)	38.59	14.02 (12.56 - 15.66)	29.40	11.85 (8.68 – 16.19	15.90	8.04 (6.93 – 9.33)	22.50	8.97 (7.79 - 10.33)

* Not calculated: the proportion of results below the limit of quantification was too high to provide a valid result.

Table 1S, supplementary material, presents the GM and 95th percentile values of PTEs, by age group, for the following datasets: studies performed in Brazil (Olympio et al., 2018; Takeda et al, 2017; Kira et al., 2016; Freire et al., 2015), cycle 2 (Canada, 2013) and cycle 3 (Canada, 2015) of the biomonitoring campaign for the general population of Canada, and the 2011 and 2012 biomonitoring campaign for the general population in the United States (CDC, 2015). In the present study, it was not possible to calculate the GM for the elements Cd and Sn for any of the age ranges or the 95th percentile for Cd for the 1–5, 6–11, and 12–19 age ranges because of the number of values below the LOQ. The exposed group presented the highest 95th percentile for all elements when the exposed and control groups were compared, except for Ni concentrations in the age range of 1–5 years (Ni in the 1–5 year age range = 7.50 µg L-1 vs 9.64 µg L-1).

Table 3 shows the GM, minimum and maximum values of the PTEs in the air, the permissible exposure limits (PEL) as the time-weighted average (TWA) exposure limits established by the Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2018), and the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 2018), the Minimal Risk Level (MRL) for chronic exposure and the Environment level established by ATSDR. Brazilian occupational legislation established occupational exposure limit in the air only for the element Mn (1 mg m-3) (Brazil, 1978). The measured concentrations of Cu, Zn, Cd and Pb exceeded the OSHA and NIOSH PEL-TWA limits. Values were also found be above the MRL for the elements Mn, Ni and Cd and Environment Levels for Mn, Ni, Zn, Cd and Pb.

Table. 3 Geometric means (GM) and their 95% confidence interval (CI 95%), minimum and maximum values of the air elements concentrations (mg.m-3) of the welders, Minimal Risk Levels (MRL, in mg m-3) and Environment Levels (mg m-3)

Element	GM (n=9) (CI 95%)	Minimum - Maximum	OSHA[a] TWA* Limit	NIOSH[b] TWA* Limit	MRL**	Environment Level***
Mn	0.21 (0.15 – 0.30)	0.11- 0.42	#	1 .00	3.10^{-4}	4.10^{-5}
Ni	0.21 (0.09 – 0.47)	0.03 – 0.54	1.0	0.015	9.10^{-5}	2.10^{-4}
Cu	1.46 (0.65 – 3.24)	0.00 – 4.68	0.1	0.10	#	#
Zn	27.31 (7.90 – 94.47)	2.73 – 551.42	5.0	5.00	#	2.10^{-3} - 1.6 10^{-2}
Cd	2.06 (0.27 – 15.81)	0.02 – 52.12	0.005	#	1.10^{-5}	2.10^{-6} – 1.5 10^{-5}
Sn	0.28 (0.06 – 1.35)	0.03 – 12.35	2.00	2.00	#	#
Sb	0.01 (0.01 – 0.01)	0.00 – 0.02	0.50	0.50	#	#
Pb	0.25 (0.07 – 0.90)	0.03 – 6.59	0.05	0.05	#	$<5.10^{-3}$

[a]OSHA - Occupational Safety and Health Administration; [b]NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health; *TWA - Time-weighted average. ** MRL – Minimal Risk Level for chronic inhalation (ATSDR). *** Environment Level (ATSDR). # - Not available/not calculated.

Figure 2 shows the PCA scores plots for three different examined groups: the workers, relatives of the workers, and the control group.

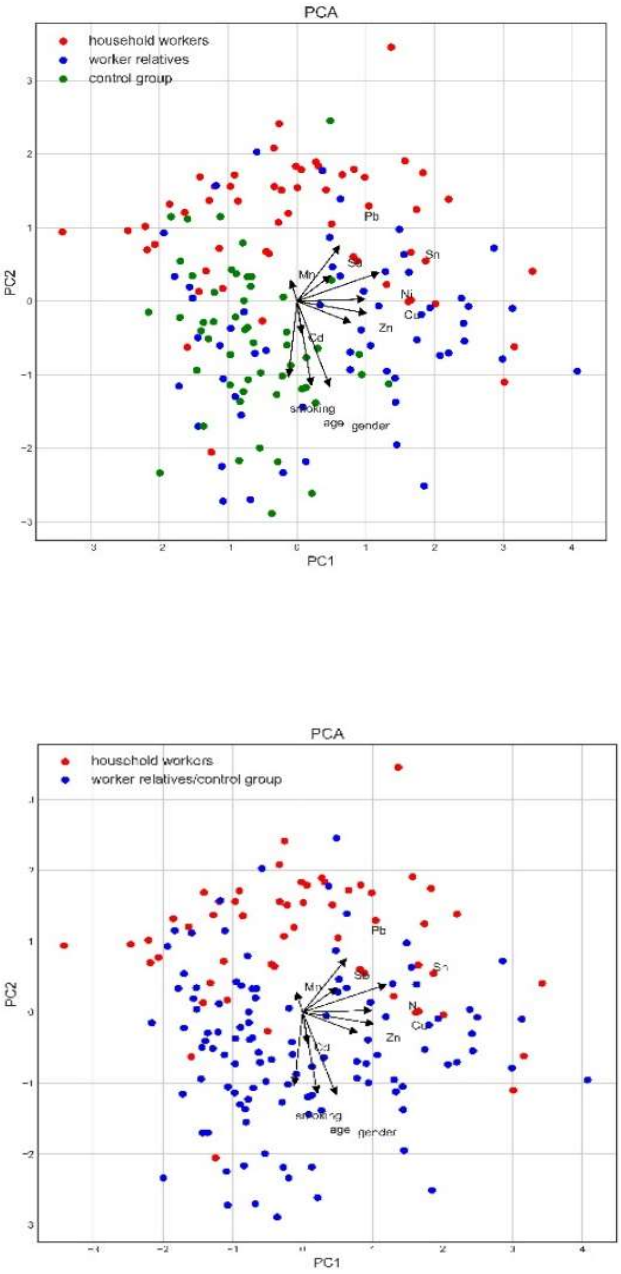

Fig. 2 Principal components analysis (PCA) scores plots of Limeira city participants blood elements levels evaluating variation among different exposure groups. In the first picture, PCA illustrates the scores plots (PC1 and PC2) for workers (red), relatives (blue) and control group (green). In the second picture, workers (red) as well as relatives and control group (blue) after merging them in one group in the right.

PCA is an unsupervised learning technique that produces a series of new variables. These variables are linear combinations of the original variables and they can provide the variance by any projection of the data. In addition, PCA score plots reveal the strong influences in the principal components of the exposure factors, which are, in this case, age, sex, and smoking status. Although the PCA is one of the most applied tool in the world of data analysis, when it is used features with low variance have high predictive relevance (Jolliffe, 1982). Therefore, the variance of the variables was also calculated. The PCA feature variance is presented in the supplementary material. The figure 1S shows that the first feature explains 20% of the variance within our data set while the first four explain more than 50% of the variance. Using ten features in the model, it is captured the 96% of the variance was captures within the dataset. Hence, the additional importing of features eventually provides low information to the selected model.

A hierarchical clustering analysis was used to display the sub-clusters and the relationships in the dataset. Figure 3 illustrates that the distances between Sb and Pb as well as between Mn and Ni are the smaller among those in the dendrogram declaring a high similarity among the examine individuals.

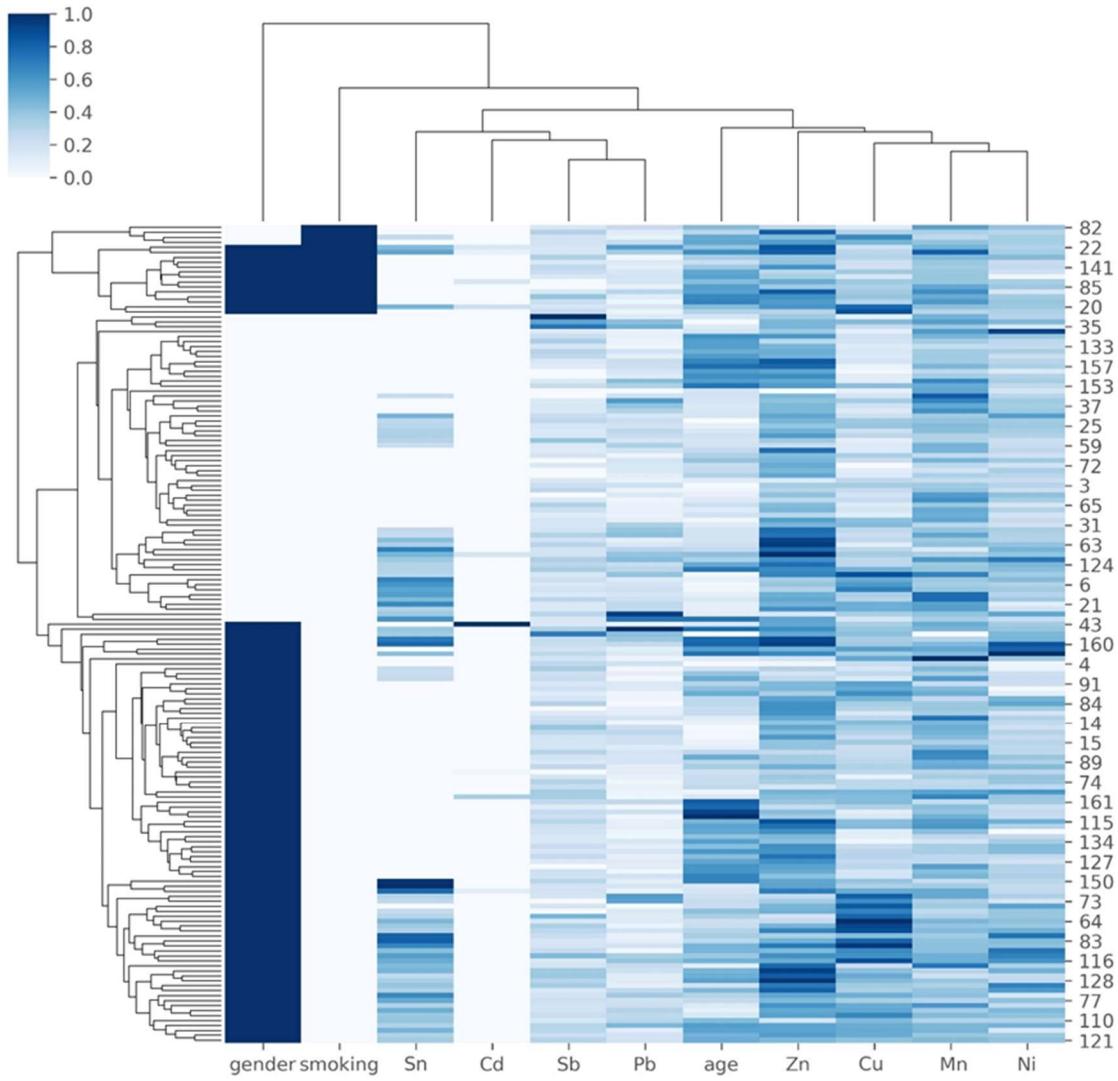

Fig. 3 Hierarchical cluster analysis based on the Euclidean distance. On the top axis of figure, the dendrogram depicts the distance among the exposure factors. The exposure factors can be found on the bottom axis. Additionally, on left axis depicts dendrogram among the participants. The right axis provides the id number of the individuals. However, because of the presentation reasons, not all the individuals' id numbers are illustrated to the right axis. The distance is scaled and the values range between 0 (white color) and 1(dark blue color).

EWAS is an approach that has been introduced in exposure science and provides the ability to seek emerging relationships between environmental factors and observed effects or variables (Pino et al, 2017). A logistic regression model was applied to EWAS trying to estimate the probability of being in one of these two groups based on the exposure factors and the concentration of PTE in blood. The logistic regression model was adjusted to age, gender as well as smoker and non-smoker participants.

Moreover, in this study a sensitivity analysis was performed in the applied model trying to assess the stability of the associations. The analysis consisted of a three-fold cross-validation procedure based on the independent subsampling of discovery and replication of data sets. Logistic model was performed for each 80:20 discovery and replication split. The results of the model were evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis (Figure 4S). It has to be noted that in the present study, a permutation-based EWAS analysis was used for further evaluation and validation of the analysis of the model. The outcome of the analysis was that the occupational status randomly shuffled across the observations for 10,000 times and the workflow was carried out again. The false discovery rate was calculated for estimating the expected proportion of falsely rejected null hypotheses (Benjamini and Hochberg, 1995), control for type I error due to multiple hypotheses testing in associating the factors to occupational status. The followed workflow is presented in the supplementary material (Figure 2S).

In the present study, the ROC model was used as a classifier to explore for exposure levels and factors associated with occupational exposures. The ROC index of the model rises the 0.80. The results of the permutation show the accuracy of the model for the permutated decrease the prediction accuracy of the model. This implies that the created null distribution permutating the outcome labels has a significant difference with the examined population allowing for further investigation of the model. The results of the permutation are presented in Figure 3S.

4. Discussion

To the best of our knowledge, this study is the first to investigate the occupational exposures to PTE of informal and household workers and their families in the production of jewelry and fashion jewelry in Brazil. The jewelry workers are exposed to a wide range of PTEs, particularly the welders. We evaluated the air in the breathing zone of the welders and the BEL of the workers and their relatives in the same household. We also evaluated the BEL of a control group. We found concerning concentrations of the PTEs in the air, especially for the elements Ni and Cd, and all observations were above the tolerable limits.

Blood manganese levels found in the present study, for both groups, were similar to the levels reported in Canada (2013) and the United States (CDC, 2015), and they are lower than the values reported by Freire et al. (2015), whose study was performed using samples the general population in Brazil. Slightly higher blood concentration for Mn values were found in

studies that were performed in welders (Wang et al., 2006; Pesch et al., 2012; Lee et al., 2016). Even though manganese intake, in low levels, is necessary for human health, exposures to high manganese levels are toxic (ATSDR, 2012a).

Ni blood levels for the exposed and control groups were higher than values reported by studies performed in Brazilian and other general populations (Table 1S). Nunes et al. (2010) found a mean concentration of Ni of 2.1 µg. L-1 in samples from five different Brazilian states, including São Paulo. The GM values found for the Canadian biomonitoring campaign were very low, for all age ranges, compared to the values reported in the present study. Alimonti et al. (2011) found that the upper limit of the 95th percentile confidence interval was 2.62 µg. L-1 for the general population in Italy who were aged 18-65 years, which was more than 50% lower than our findings (GM for ≥20 years: 5.90 µg. L-1). Blood Ni concentrations found in the present study (Table 2) was also higher than the values found by a study that evaluated the blood concentrations of Ni in welders (Werfel et al., 1998). Mixtures that include nickel compounds and nickel metals are considered carcinogenic to humans, and may cause lung and nasal cavity cancers (IARC, 2017). Positive correlations between blood concentrations of Al, Co, Ni, and Pb and the levels of DNA damage were found by Botta et al., 2006. The authors studied French welders employed in different facilities related to the building industries (). Werfel et al. (1998) measured the DNA damage and sister chromatid exchange (SCE) frequencies in lymphocytes of welders (n = 39) and controls (n = 39). A significantly higher rate of DNA single-strand breakages and significantly elevated SCE values were found for the welders.

Cu is an essential nutrient for human health; however, high doses can be harmful (ATSDR, 2004). Blood concentrations of Cu that were measured in samples in a Canadian population (Canada, 2013) were lower than the values found in the present study for both groups and for all age ranges (Table 1S). Lower concentrations of Cu in blood samples were also found in a study performed in workers from Pennsylvania who had welded at any point in their lifetime (Lee et al., 2016); the workers in Pennsylvania were not exposed at the time that the bio-evaluation was done, as was performed in the present study.

Zn is also an essential nutrient for human health, and certain levels of zinc intake are recommended based on sex and age (ATSDR, 2005). Concentrations of Zn in blood were lower for both groups in the present study compared to values found in the Canadian campaign for all age ranges (Canada, 2013).

For the element Cd, the proportion of results below the limit of quantification was too high to calculate the GM. However, it was possible to calculate the 95th percentile for the exposed group in the age range of ≥ 20 years, which was higher than a Brazilian study (Kira et al., 2016) and biomonitoring campaigns in Canada and the United States (Canada, 2015; CDC, 2015). Cd is classified as carcinogenic to humans (IARC, 2012). A significantly higher concentration of Cd was found in whole blood samples from welders (GM = 3.54 µg L-1; range = 0.2–12.5 µg L-1) compared to controls (GM = 0.79 µg L-1; range = 0.1–4.8 µg L-1) in a study performed in Hefei, China (Wang at al., 2006). This study also presented evidence that the welders had a higher prevalence of nervous system symptoms and lower standard scores on an eight-item questionnaire, such as depression–dejection, compared to controls (Wang at al., 2006).

A study performed in Benin, Africa, which included 70 male volunteers aged 18–65 years with no historical record of occupational exposure to metals, had 29 trace elements present in whole blood samples, including Sn and Sb. For Sn, the GM and 95th percentile results were lower than our findings (GM = 0.21 µg L–1; 95th percentile = 0.48 µg L–1). For Sb values, the values were higher than results found in the present study (GM = 7.50 µg L–1; 95th percentile = 8.94 µg L–1) (Yedomon et al., 2017). Although Sn is present in human tissue, there is no evidence that it is an essential element for human health (ATSDR, 2005b).

The concentrations of Pb in blood for all age ranges were higher than the values found in the campaigns in Canada and the United States (Canada, 2015; CDC, 2015). Pb exposure is a major concern, especially for children. Inorganic Pb compounds are probably carcinogenic to humans (IARC, 2006). The GM and 95th percentile results for Pb in the 1–5 year age range (GM =18.09 µg L–1; 95th percentile = 29.21 µg dL–1) were lower than findings from another Brazilian study (GM = 21.60 µg L–1; 95th percentile = 69.00 µg dL–1) (Olympio et.al., 2017). Nevertheless, low-level exposures of Pb during childhood, that is exposures above 3 µg dL–1, were associated with neurobehavioral deficits (Chiodo et al., 2004; Olympio et al., 2009).

In the cluster evaluation, the three groups were not clearly discriminated in PC1 and PC2. However, by merging the group of worker relatives with the control group into one group (Figure 2), the two new groups could be discriminated into two clusters. Furthermore, the subcluster HCA model (Figure 3) illustrated that smoking was an exposure factor that had a strong influence in the cluster analysis. Also, concentrations of Mn and Ni in the blood concentration were highly correlated with concentrations of Pb and Sb. The ROC curve of the applied EWAS approach revealed that the combination of age, smoking, sex, and blood

concentrations of Mn, Ni, Cu, Cd, Sb, Sn, and Pb increased the odds of the outcome, which, in this case, was the odds of being a worker (Figure 4S).

The type of welding process and the materials used during this step may affect the composition, morphology, and size of the particles present in the welding fumes (Antonini et al., 1997; Zimmer & Biswas, 2001; Antonini et al., 2004). Therefore, the exposure assessment, as well as the worker exposure studies, are complex to understand and compare (Antonini et al., 2003; Antonini et al., 2004; Pesch et al., 2015) because of the different exposure settings. The GMs calculated from the air samples of the welders are presented in Table 3, and they show that Cu, Zn, Cd, and Pb were measured at concentrations above the NIOSH and OSHA limits. The GM of the air concentration of Cd (2.06 mg m-3) was higher than the OSHA PEL–TWA limit (OSHA PEL–TWA of Cd = 0.005 mg m-3). The main route of Cd exposure in occupational environments is via the respiratory tract (ATSDR, 2012b). The GM for Pb was also five-fold higher than the OSHA and NIOSH limits. The main source of Pb exposure is ingestion of contaminated food and drinking water, and the absorption varies between children (40–50%) and adults (3–10%); however, about 95% of inorganic lead that is inhaled is absorbed (ATSDR, 2007). The GM concentrations of Zn and Cu in the present study were also higher than the PEL–TWA limits.

The use of individual and collective protective equipment plays an import role in occupational health and exposure scenarios. Controlling an exposure to the lowest feasible concentration is important for achieving occupational limits and guaranteeing the protection of the workers (Weiss et. al., 2013; Lehnert et al., 2014). However, in the present study, no workers reported the use of respiratory protection equipment, and only 3.5% reported the use of protective glasses during the welding process. Furthermore, the workplaces in the houses did not have mechanical ventilation equipment and the workers shared the workplace with their relatives, even children were under the same exposure scenario. In previous studies, exposures have been noticeably reduced by using ventilation systems and individual protective equipment during the welding process (Weiss et. al., 2013; Lehnert et al., 2014).

The personal measurements of PTEs in the breathing zone of welders, together with measurements of PTE concentrations in blood, were strengths of our study. However, there were some limitations that should be considered. It is important to bear in mind that this was a cross-sectional study. Although information regarding various characteristics of the participants was collected to consider possible confounders, besides a control group to equalize the

environmental exposure has been evaluated. However, in order to deepen our understanding of the exposure scenario, it is necessary to investigate other sources of exposures, such as water and food; to increase the number of samples analyzed in the cohort design; and to follow workers and non-workers. Intra-individual variations and diverse compositions of the material that the workers manipulated might impact the BELs and air limits.

Even though we evaluated workers from the same field who were generally performing the same steps to produce jewelry, the exposure scenarios were different for each household. Furthermore, relatives who were under the same exposure scenarios, including children, could experience disturbances to their exposome. Due to the importance of exposures during childhood, this singular exposure should be taken into account for their exposure history. Those differences were also identified through the evaluation of sanitary sewers in the city of Limeira (Salles et al., 2018). Salles et al. (2018) evaluated the impact of informal work on the concentrations of PTEs (that was, As, Cd, Cr total, Cr-VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, and Zn) in the Limeira sewage network. It was concluded that the heterogeneity of the results indicated that the disposal of the evaluated PTEs was sporadic in nature. Furthermore, carrying out occupational activities in the home could potentially affect the living conditions of other family members living in the house, especially children (Pereira et al., 2018) and women of childbearing age (Vieira et al., 2018), which could additionally affect study, leisure, and sleep time. That evidence, combined with the present study, provide an important basis for the assessment of the exposome of workers and their relatives.

5. Conclusion

The PTE concentrations found in the air analyzed in the present study raises concerns once the families, especially children, are in the same exposure scenario. Inadequate work conditions were observed in the houses, revealing the urgent need to implement public actions to protect those workers and their families.

6. Grants

This research was supported by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). BLB and KPKO were recipients of the grants (FAPESP, Grants 2016/11087-8, and 2016/10060-9). APSSF and ECP were recipients of a scholarship FAPESP (Scholarship # 2016/07457- 4; 2017/15797-2, and #2017/14392-9).

Conflicts of interest

The authors declare that they have no competing financial interests.

Acknowledgments

The authors acknowledge the support of the Health Secretariat of Limeira city and the vital collaboration of all community health agents and the coordinator of the Limeira' health basic unities included in this study. The authors also acknowledge the volunteers and their families involved in this investigation.

References

AIHA, 2015. American Industrial Hygiene Association. A strategy for assessing and managing occupational exposures.Exposure Assessment Strategies Committee (EASC), Washington, DC, 4º edition.

Alimonti, A., Bocca, B., Mattei, D., Pino, A., 2011. Programme for Biomonitoring the Italian Population Exposure (PROBE): Internal Dose of Metals. Istituto superiore di sanità.

Antonini, J. M., Krishna Murthy, G. G., and Brain, J. D., 1997. Responses to welding fumes: Lung injury, inflammation, and the release of tumor necrosis factor-α and interleukin-1β. Exp. Lung Res. 23, 205–227.

Antonini, J.M, Taylor, M.D., Zimmer A.T., Roberts J.R., 2004. Pulmonary Responses to Welding Fumes: Role of Metal Constituents. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues. 67:3, 233-249. doi: 10.1080/15287390490266909.

Antonini, J.M., Lewis, A.B., J.R. Roberts, D.A., 2003. Whaley Pulmonary effects of welding fumes: review of worker and experimental animal studies. Am. J. Ind. Med. 43, 350-360. doi:10.1002/ajim.10194.

ATSDR, 2004. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for copper. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.

ATSDR, 2005. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for zinc. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.

ATSDR, 2005b. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Tin and Tin compounds. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.

ATSDR, 2007. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. ToxGuideTM for lead. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.

ATSDR, 2012a. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for manganese. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.

ATSDR, 2012b. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. ToxGuideTM for cadmium. U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia.

Ball, G. H., Hall, D. J., 1967. A clustering technique for summarizing multivariate data. Systems Research and Behavioral Science, 12, 153-155.

Batista, B.L., Rodrigues, J.L., Nunes, J.A., de Oliveira Souza, V.C., Barbosa Jr., F., 2009. Exploiting dynamic reaction cell inductively coupled plasma mass spectrometry (DRC-ICP-MS) for sequential determination of trace elements in blood using a dilute-and-shoot procedure. Anal. Chim. Acta. 639, 13–18. doi: 10.1016/j.aca.2009.03.016.

Benjamini, Y. and Hochberg, Y., 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. Journal of the Royal Statistical Society. 57, 289–300.

Botta, C., Iarmarcovai, G., Chaspoul, F., Sari-Minodier, I., Pompili, J., Orsière, T., Bergé-Lefranc, J.L., Botta, A., Gallice, P., De Méo, M., 2006. Assessment of occupational exposure to welding fumes by inductively coupled plasma-mass spectroscopy and by the alkaline Comet assay. Environ Mol Mutagen. 47, 284-95. doi: 10.1002/em.20205

Boshnakova, E., Divanyan, S., Zlatarov, I., Marovsky, S. V., Kisyova, K., Zanev, D., Karev, G., and Marinova, T. Z., 1989. Immunological screening of welders. J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol. 33, 379–382.

Brazil,1978. Ministério do Trabalho. Normas regulamentadoras – NR. NR1 – Disposições gerais. Brasília. Brasil.

Canada, 2013. Second report on human biomonitoring of environmental chemicals in canada. Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 2 (2009–2011). Minister of Health. Ottawa, Ontario.

Canada, 2015. Third report on human biomonitoring of environmental chemicals in canada. Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 3 (2012–2013). Minister of Health. Ottawa, Ontario.

CDC, 2015. Centers for Disease Control and Prevention. Forth national report on Human Exposure to Environmental Chemical. Atlanta, Georgia.

Chan, T. F., Golub, G. H., & LeVeque, R. J., 1983. Algorithms for computing the sample variance: Analysis and recommendations. The American Statistician, 37(3), 242-24. doi: 10.1080/00031305.1983.10483115.

Chiodo, L.M., Jacobson, S.W., Jacobson, J.L., 2004. Neurodevelopmental effects of postnatal lead exposure at very low levels. Neurotoxicol Teratol 26, 359–71. doi: 10.1016/j.ntt.2004.01.010.

Ellingsen, D.G., Chashchin, M., Berlinger, B., Fedorov, V., Chashchin, V., Thomassen, Y., 2017. Biological monitoring of welders' exposure to chromium, molybdenum, tungsten and vanadium. J Trace Elem Med Biol. 41, 99-106. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.03.002

Flynn, M.R., and Susi, P., 2009. Neurological risks associated with manganese exposure from welding operations – a literature review. Int. J. Hyg. Environ. Health. 212, 459-469. doi: 10.1016/j.ijheh.2008.12.003.

Freire, C., Koifman, R.J., Fujimoto, D., de Oliveira Souza, V.C., Barbosa, F. Jr., Koifman, S., 2015. Reference values of cadmium, arsenic and manganese in blood and factors associated with exposure levels among adult population of Rio Branco, Acre, Brazil. Chemosphere. 128, 70-78. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.12.083.

Jolliffe, I. T., 1982. A note on the use of principal components in regression. Applied Statistics, 300-303.

Harper, M., Weis, C., Pleil, J.D., Blount, B.C., Miller, A., Hoover, M.D., Jahn, S., 2015. Commentary on the contributions and future role of occupational exposure science in a vision and strategy for the discipline of exposure science. J Expo Sci Environ Epidemiol. 25, 381–387. doi: 10.1038/jes.2014.91.

IARC, 2006. International Agency for Research on Cancer Inorganic and Organic Lead Compounds/IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France.

IARC, 2012. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs - 100C. Cadmium and Cadmium Compounds. Lyon, France.

IARC, 2017. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs - 100C. Nickel and Nickel Compounds. Lyon, France.

Ibfelt E., Bonde J.P., Hansen J., 2010. Exposure to metal welding fume particles and risk for cardiovascular disease in Denmark: a prospective cohort study. Occup. Environ. Med. 67, 772-777. doi: 10.1136/oem.2009.051086.

Kira, C.S., Sakuma, A.M., De Capitani, E.M., de Freitas, C.U., Cardoso, M.R., Gouveia, N., 2016. Associated factors for higher lead and cadmium blood levels, and reference values derived from general population of São Paulo, Brazil. Science of the Total Environment. 543, 628–635. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.067.

Lacorte, L.E.C., Vilela, R.A.G., Silva, R.C., Chiesa, A.M., Tulio, E.S., Franco, R.R., Bravo, E.S., 2013. Os nós da rede para erradicação do trabalho infanto-juvenil na produção de joias e bijuterias em Limeira-SP. Rev. Brasileira de saúde ocupacional. 38:199-215. doi:10.1590/S0303-76572013000200009.

Lanphear, B.P., Rauch, S., Auinger, P., Allen, R.W., Hornung, R.W., 2018. Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. Lancet Public Health. 3(4), e177-e184. doi: 10.1016/S2468-2667(18)30025-2.

Lee, E.Y., Flynn, M.R., Du, G., Lewis, M.M., Herring, A.H., Van Buren, E., Van Buren, S., Kong, L., Mailman, R.B., Huang, X., 2016. Lower Fractional Anisotropy in the Globus Pallidus of Asymptomatic Welders, a Marker for Long-Term Welding Exposure. Toxicol Sci. 153, 165-73. doi: 10.1093/toxsci/kfw116.

Lehnert, M., Weiss, T., Pesch, B., Lotz, A., Zilch-Schöneweis, S., Heinze, E., Van Gelder, R., Hahn, J.U., Brüning, T., WELDOX Study Group., 2014. Reduction in welding fume and metal exposure of stainless steel welders: an example from the WELDOX study. Int Arch Occup Environ Health. 87, 483–492. doi: 10.1007/s00420-013-0884-7.

Mocevic, E., Kristiansen, P., Bonde, J.P., 2015. Risk of ischemic heart disease following occupational exposure to welding fumes: a systematic review with meta-analysis. Int. Arch. Occup. Environ. Health. 88, 259-272. doi: 10.1007/s00420-014-0965-2.

Moulin, J.J., 1997. A meta-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders. Scand. J. Work Environ. Health. 23, 104–113.

NIOSH, 2018. The National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Pocket guide to chemical hazard. Available at: https://www.cdc.gov/niosh/npg/search.html. (accessed 05/02/2018).

Nunes, J.A., Batista, B.L., Rodrigues, J.L., Caldas, N.M., Neto, J.A., Barbosa Jr., F., 2010. A simple method based on ICP-MS for estimation of background levels of arsenic, cadmium, copper, manganese, nickel, lead, and selenium in blood of the Brazilian population. J. Toxicol. Environ. Health A. 73, 878–887. doi: 10.1080/15287391003744807.

Olympio, K.P.K, Silva, J.P.R., Silva, A.S., Souza, V.C.O., Buzalaf, M.A.R., Barbosa Jr, F., Cardoso, M.R.A., 2018. Blood lead and cadmium levels in preschool children and associated risk factors in São Paulo, Brazil. Environmental Pollution. doi: 10.1016/j.envpol.2018.04.124

Olympio, K.P.K., Gonçalves, C., Günther, W.M.R., Bechara, E.J.H., 2009. Neurotoxicity and aggressiveness triggered by low-level lead in children: a review. Rev Panam Salud Publica 26, 266-275.

Olympio, K.P.K., Goncalves, C.G., Salles, F.J., Ferreira, A.P.S.S., Silva, A.S., Buzalaf, M.A.R., Cardoso, M.R.A., Bechara, E.J.H., 2017. What are the blood lead levels of children living in Latin America and the Caribbean?. Environ. Int. 101, 46–58. doi: 10.1016/j.envint.2016.12.022

OSHA, 2018. Occupational Safety and Health Administration. Occupational Chemical data base. Access may, 2018. Available at: https://www.osha.gov/chemicaldata/ (accessed 05/02/2018).

Patel, C. J., Bhattacharya, J., Butte, A. J., 2010. An environment-wide association study (EWAS) on type 2 diabetes mellitus. PloS one, 5, e10746. doi: 10.1371/journal.pone.0010746.

Pereira, E.C., Ferreira, A.P.S.S., Sato, A.P.S., Fischer, F.M., Olympio, K.P.K., 2018. Living and working conditions of children and adolescents inserted in the outsourcing informal and household productive arrangement of jewelry and fashion jewelry in Brazil. In: International Society of Environmental Epidemiology (ISEE 2018): Addressing Complex Local and Global Issues in Environmental Exposure and Health, 2018, Ottawa, Canada. Abstracts of the 2018 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology.

Pesch, B., Lotz, A., Koch, H.M., Marczynski, B., Casjens, S., Käfferlein, H.U., Welge, P., Lehnert, M., Heinze, E., Van-Gelder, R., Hahn, J.U., Behrens, T., Raulf, M., Hartwig, A.,

Weiss, T., Brüning, T., 2015. Oxidatively damaged guanosine in white blood cells and in urine of welders: associations with exposure to welding fumes and body iron stores. Arch Toxicol. 89(8), 1257-69. doi: 10.1007/s00204-014-1319-2.

Pesch, B., Weiss, T., Kendzia, B., Henry, J., Lehnert, M., Spickenheuer, A., Heinze, E., Kaefferlein, H., Van-Gelder, R., Berges, M., Hahn, J.U., Mattenklott , M., Punkenburg, E., Hartwig, A., Bruening, T., 2012. Levels and predictors of airborne and internal exposure to manganese and iron among welders. J Expo Sci Environ Epidemiol. 22, 291–298. doi: 10.1038/jes.2012.9.

Pino, A., Chiarotti, F., Calamandrei, G., Gotti, A., Karakitsios, S., Handakas, E., Bocca, B., Sarigiannis, D., Alimonti, A., 2017. Human biomonitoring data analysis for metals in an Italian adolescents cohort: An exposome approach. Environmental research, 159, 344-354. doi: 10.1016/j.envres.2017.08.012.

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R., Neira, M., 2016. Preventing disease through healthy environments: A global assessment of the environmental burden of disease. World Health Organization, Geneva.

Purdue, M.P., Hutchings, S.J., Rushton, L., Silverman, D.T., 2015. The proportion of cancer attributable to occupational exposures. Annals of Epidemiology. 25,188–192. doi: 10.1016/j.annepidem.2014.11.009.

Rappaport, S.M., Barupal, D.K., Wishart, D., Vineis, P., Scalbert, A., 2014. The blood exposome and its role in discovering causes of disease. Environ. Health Perspect. 122, 769–774. doi: 10.1289/ehp.1308015.

Salles, F.J., Sato, A.P.S., Luz, M.S., Fávaro, D.I.T., Ferreira, F.J., da Silva Paganini, W., Olympio, K.P.K., 2018. The environmental impact of informal and home productive arrangement in the jewelry and fashion jewelry chain on sanitary sewer system. Environmental Science and Pollution Research. 25, 10701–10713. doi: 10.1007/s11356-018-1357-z.

Takeda, K.H.S, Kuno, R., Barbosa Jr., F., Gouveia, N., 2017. Trace element levels in blood and associated factors in adults living in the metropolitan area of Sao Paulo, Brazil. J Trace Elem Med Biol. 44: 307-314. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.09.005.

Tipping, M. E., & Bishop, C. M., 1999. Probabilistic principal component analysis. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 61(3), 611-622.

Tuschl, H., Weber, E., and Kovac, R., 1997. Investigations on Immune Parameters in Welders. Journal of Applied Toxicology.17(6), 377–383. doi:10.1002/(SICI)1099-1263(199711/12)17:6<377::AID-JAT454>3.0.CO;2-8

Wang, X., Yang, Y., Wang, X., Xu, S., 2006. The effect of occupational exposure to metals on the nervous system function in welders. J Occup Health. 48, 100-106.

Weiss, T., Pesch, B., Lotz, A., Gutwinski, E., Van Gelder, R., Punkenburg, E., Kendzia, B., Gawrych, K., Lehnert, M., Heinze, E., Hartwig, A., Kafferlein, H.U., Hahn, J.U., Bruning, T., the WELDOX Group, 2013. Levels and predictors of airborne and internal exposure to chromium and nickel among welders—results of the WELDOX study. Int J Hyg Environ Health. 216(2), 175–183. doi: 10.1016/j.ijheh.2012.07.003

Werfel, U., Langen, V., Eickhoff, I., Schoonbrood, J., Vahrenholz, C., Brauksiepe, A., Popp, W., Norpoth, K., 1998. Elevated DNA single-strand breakage frequencies in lymphocytes of welders exposed to chromium and nickel. Carcinogenesis. 19, 413–418.

Vieira, F.B.A., Ferreira, A.P.S.S., Sato, A.P.S, Olympio, K.P.K., 2018. Outsourcing informal home workers in jewelry and fashion jewelry production present high prevalence of preterm birth. In: International Society of Environmental Epidemiology (ISEE 2018): Addressing Complex Local and Global Issues in Environmental Exposure and Health, 2018, Ottawa, Canada. Abstracts of the 2018 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology.

Yedomon, B., Menudier, A., Etangs, F.L.D., Anani, L., Fayomi, B., Druet-Cabanac, M., Moesch, C., 2017. Biomonitoring of 29 trace elements in whole blood from inhabitants of Cotonou (Benin) by ICP-MS. J Trace Elem Med Biol. 43, 38-45. doi: 10.1016/j.jtemb.2016.11.004.

Zeidler-Erdely, P.C., Erdely, A., Antonini J.M., 2012. Immunotoxicology of arc welding fume: worker and experimental animal studies. J Immunotoxicol. 9, 411–425. doi: 10.3109/1547691X.2011.652783.

Zimmer, A. T., and Biswas, P. 2001. Characterization of the aerosols resulting from arc welding processes. J. Aerosol Sci. 32, 993–1008.

Supplementary material

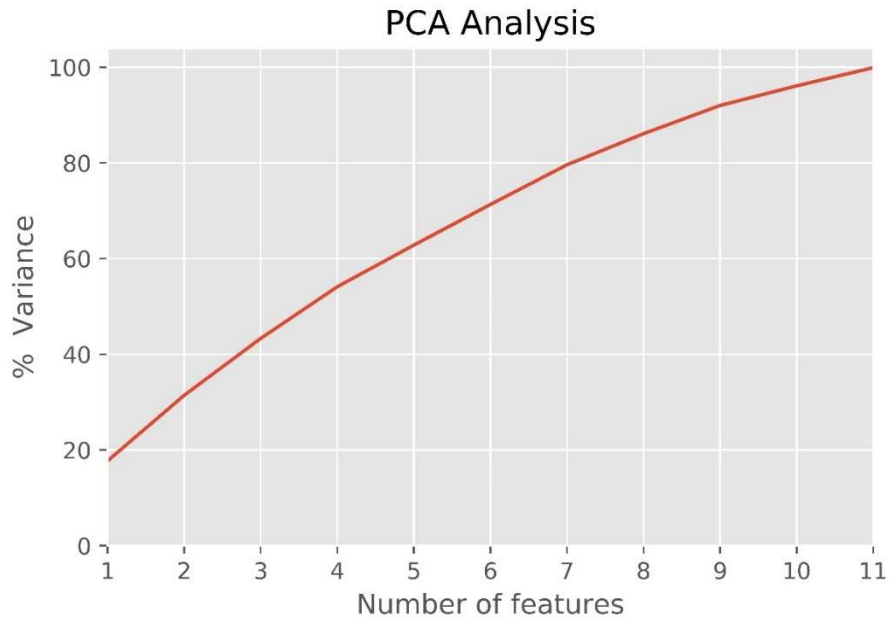

Fig. 1S PCA feature variance. This plot shows that the first 10 (instead of the total 11) components explain more the 98% of the total variance.

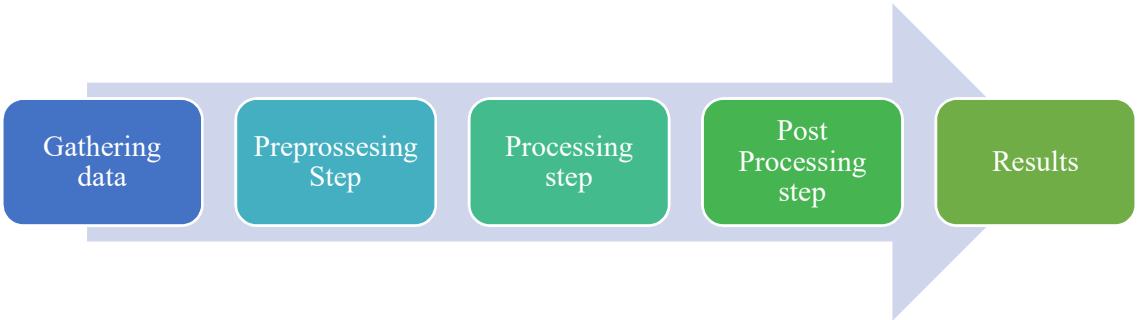

Fig. 2S General workflow for analyzing exposome data.

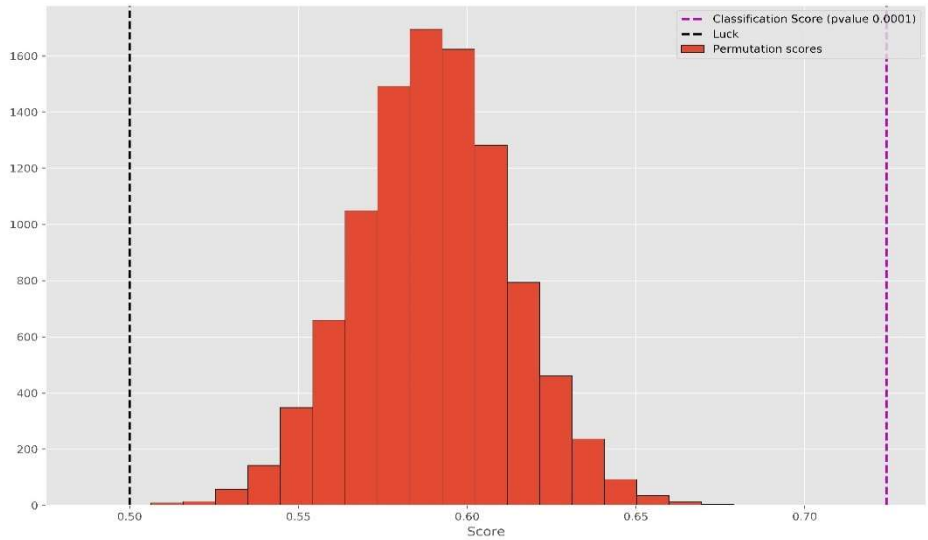

Fig. 3S Permutation test of randomizing the labels the model outcome. The p-value is the percentage of runs for which the score obtained is greater than the classification score obtained without permutating the outcome labels.

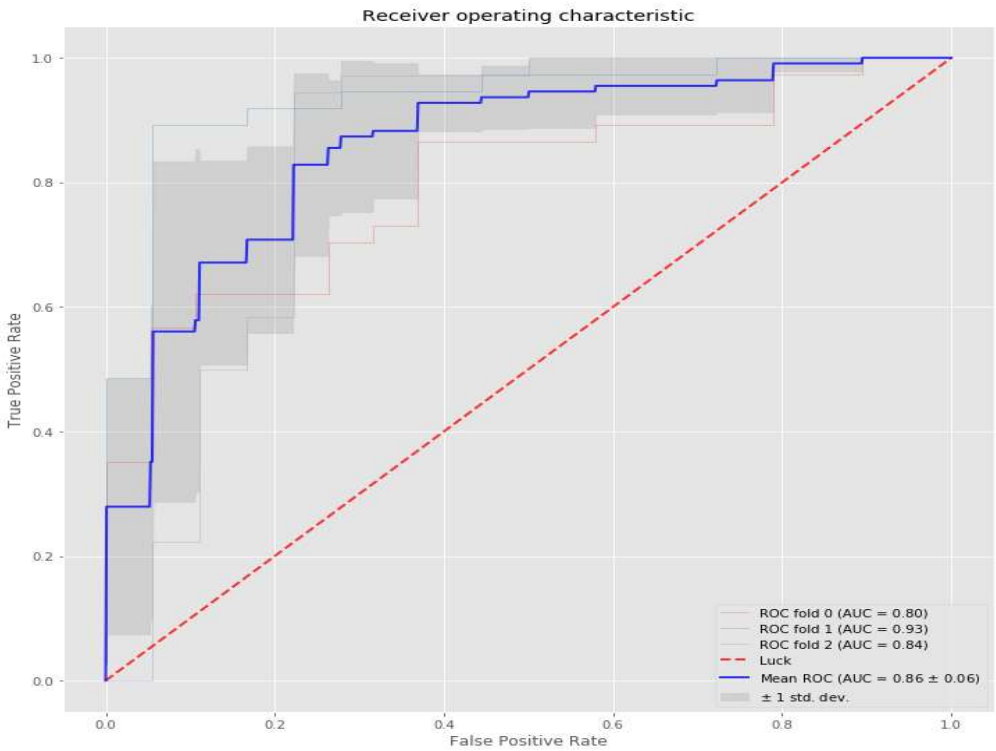

Fig.4S Receiver operator characteristic for the 3-folds cross validated dataset

Table. 1S Geometric means (GM) and their 95% confidence intervals (CI 95%), and 95th percentiles of the participants blood elements levels, by group and age range, in µg. L^{-1}

PTE / Age group	Exposed group		Control group		Brazil		Canada**		U.S.A***	
	GM (CI 95%)	95th	GM (CI 95%)	95th	GM (CI 95%)	95th	GM (CI 95%)	95th	GM (CI 95%)	95th
Mn										
1-5	10.99 (9.69 - 12.45)	13.95	11.06 (8.05 - 15.19)	13.32	#	#	11 (11 - 12) ϯ	18	10.7 (10.2-11.2)	18.20
6-11	11.06 (8.81 - 13.87)	19.32	10.28 (6.04 - 17.50)	13.21	#	#	11 (10 - 11)	16	10.3 (9.98-10.6)	16.50
12-19	9.76 (8.35 - 11.40)	16.81	9.75 (8.33 - 11.42)	11.33	12.61[a]	28.78[a]	10 (9.8 - 11)	16	10.1 (9.67-10.5)	16.60
≥20	9.36 (8.65 - 10.12)	17.34	9.10 (8.31 - 9.97)	14.26	13.00[b]	28.45[b]	9.8 (9.3 - 10) ϯ / 9.7 (9.2 - 10) ϰ / 9.4 (9.1 - 9.7) ϱ	16 /15 / 15	9.09 (8.94-9.24)	16.70
Ni										
1-5	5.06 (3.67 - 6.97)	7.50	6.28 (3.54 - 11.13)	9.64	#	#	0.51 (0.46 - 0.56) ϯ	1.2	#	#
6-11	5.58 (4.34 - 7.19)	8.61	5.36 (4.39 - 6.55)	6.42	#	#	0.46 (0.42 - 0.50)	1.1	#	#
12-19	5.42 (4.65 - 6.33)	10.73	5.97 (5.43 - 6.56)	6.57	#	#	0.46 (0.40 - 0.52)	1.1	#	#
≥20	5.90 (5.36 - 6.47)	11.38	5.36 (4.70 - 6.10)	8.70	#	#	0.45 (0.41 - 0.51) ϯ / 0.50 (0.48 - 0.53) ϰ / 0.48 (0.44 - 0.51) ϱ	1.1/1.1/1.1	#	#
Cu										
1-5	1184.12 (1011.74 - 1385.86)	1717.44	1102.80 (916.54 - 1326.90)	1191.91	#	#	1000 (1000 - 1100) ϯ	1300	#	#
6-11	1079.60 (965.80 - 1206.80)	1287.54	1094.42 (850.89 - 1407.64)	1281.90	#	#	980 (960 - 990)	1200	#	#
12-19	927.43 (858.99 - 1001.33)	1258.54	972.48 (822.41 - 1149.94)	1167.81	#	#	880 (860 - 890)	1400	#	#
≥20	1081.07 (1009.51 - 1157.70)	1749.13	967.08 (903.46 - 1035.19)	1375.00	991.00[c]		890 (880 - 910) ϯ / 900 (880 - 910) ϰ / 900 (890 – 920) ϱ	1300 / 1100 / 1100	#	#
Zn										
1-5	2895.91 (2342.07 - 3580.71)	3997.98	3392.85 (3010.12 -3824.23)	3662.15	#	#	4,6 (4,5 – 4,7) ϯ	5,6	#	#
6-11	3064.70 (2609.15 - 3599.80)	4449.50	2691.04 (2018.77 - 3587.19)	2959.24	#	#	4,9 (4,9 – 5,0)	6,1	#	#
12-19	3210.67 (2861.59 - 3602.33)	4981.75	3070.46 (2587.20 - 3643.99)	3424.43	#	#	5,6 (5,5 – 5,7)	7,0	#	#

≥20	3374.22 (3179.37 - 3581.00)	5034.61	3348.67 (3159.11 - 3549.60)	4529.07	#	#	6.1 (6.0 - 6.2) ϯ / 6.1 (6.0 - 6.3) ϰ / 6.2 (6.1 - 6.3) ϱ	7.3/ 7.5/ 7.4	#	#
Cd										
1-5	*	*	*	*	1.48(0.47–0.50)[d]	2.57[d]	*	0.18	*	0.21
6-11	*	*	*	*	0.07[e]	0.18[e]	0.095 (0.085–0.11) ϯ	0.21	*	0.24
12-19	*	*	*	*	0.17[e]	0.48[e]	0.17 (0.15–0.20)	1.70	*	0.65
≥20		3.48	*	*	0.19[e]	0.55[e]	0.31 (0.24–0.41) ϯ / 0.50 (0.43–0.57) ϰ / 0.48 (0.43–0.54) ϱ	X /4.6 / 2.6	0.337 (0.323-0.353)	1.70
Sn										
1-5	*	2.81	*	*	#	#	#	#	#	#
6-11	*	3.15	*	*	#	#	#	#	#	#
12-19	*	3.54	*	*	#	#	#	#	#	#
≥20	*	3.57	*	*	#	#	#	#	#	#
Sb										
1-5	2.25 (1.56 - 3.26)	6.06	2.36 (0.95 - 5.85)	4.74	#	#	#	#	#	#
6-11	1.60 (1.29 - 1.98)	2.48	1.66 (1.25 - 2.20)	2.16	#	#	#	#	#	#
12-19	1.93 (1.54 - 2.43)	6.24	1.69 (1.07 - 2.69)	3.04	#	#	#	#	#	#
≥20	1.88 (1.73 - 2.05)	3.12	1.72 (1.55 - 1.92)	2.70	#	#	#	#	#	#
Pb										
1-5	18.09 (14.62 - 22.38)	29.21	12.72 (4.45 - 36.35)	29.07	21.60 (21.00–22.20)[d]	69.00[d]	7.70 (7.30 – 8.20) ϯ	22.00	9.70 (8.77 - 10.70)	29.10
6-11	16.40 (10.75 - 25.03)	61.37	8.21 (3.76 - 17.96)	15.15	17.10[e]	26.70[e]	7.1 (6.70 – 7.60)	16.00	6.81 (6.23 – 7.44)	18.90
12-19	13.15 (10.10 - 17.13)	32.94	7.46 (4.58 - 12.18)	14.00	17.70[e]	26.60[e]	6.4 (6.00 – 6.90)	15.00	5.54 (5.11-6.01)	13.10
≥20	13.57 (11.75 - 15.67)	38.59	8.95 (7.59 - 10.54)	20.62	19.10[e]	30.40[e]	9.00 (7.90–10.00) ϯ /13.00 (13.00 – 14.00) ϰ / 16.00 (16.00 –17.00) ϱ	21.00 / 35.00 / 40.00	10.9 (10.30-11.60)	33.60

**Canada, 2013; 2015 (campaign cycle III 2015 – elements Cd and Pb; campaign cycle II 2013 – elements Ni, Mn, Cu and Zn) Age ranges: ϯ3 - 5 years-old, ϯ20 – 39 years old, ϰ40 – 59 years old, ϱ60 - 79 years old. ***CDC, 2015. EUA (campaign 2011-2012). a,b Freire et al., 2015 (a<30 years old; b≥30 years old). cTakeda et al., 2017 (40-65 years old). d Olympio et al., 2018 (1-4 years old). eKira et al., 2016. * Not calculated: proportion of results below limit of quantification was too high to provide a valid result. #not evaluated/not found.

4.2 Trabalho precário na produção domiciliar de joias e bijuterias: lacunas entre a regulação e a proteção do trabalhador

Ana Paula Sacone da Silva[1*]

David Johnson Braga Tavares[1]

Elizeu Chiodi Pereira[1]

Maciel Santos Luz[2]

Kelly Polido Kaneshiro Olympio[1]

[1]Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César, CEP 01246-904, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: saconeap@usp.br, elizeu.pereira@usp.br, fjsalles@usp.br, kellypko@usp.br

[2]Centro de Tecnologia de Metalurgia e Materiais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. E-mail: macielluz@ipt.br

*Autor correspondente: E-mail: kellypko@usp.br (Olympio, KPK) +55 11 3061-7121.

Financiamento: Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo FAPESP (Processo FAPESP: 2016/07457-4; 2016/11087-8; 2017/15797-2) e pelo CNPQ (Processo CNPq: 169353/2017-6).

Conflito de interesse: Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

Versão final será submetida à Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (Fator de Impacto = 0.47)

Resumo

A informalidade assola as economias em desenvolvimento e é característica de um dos maiores polos de produção de joias e bijuterias do Brasil localizado em Limeira, São Paulo. O objetivo deste estudo foi descrever o processo produtivo domiciliar e informal de bijuterias de Limeira, SP; discutir os riscos identificados *versus* a legislação aplicável, além de buscar possíveis contribuições para a organização do processo produtivo atual. Adicionalmente, foram coletadas peças produzidas pelas famílias para avaliação de sua composição. Este estudo incluiu 29 famílias onde 57 participantes eram trabalhadores informais. Foram coletadas 19 peças e 1 amostra do pó utilizado para soldagem das peças para avaliação da composição por Raio X e determinação da concentração de elementos potencialmente tóxicos por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES) e por espectrometria de absorção atômica com chama (F AAS). Um questionário estruturado comtemplando itens como caracterização do ambiente de trabalho, identificação das etapas realizadas e materiais e produtos químicos utilizados, controles e condição das exposições foi aplicado. A partir deste questionário, foram destacadas as informações relevantes para compor a avaliação das lacunas frente aos requisitos legais aplicáveis. Oitenta porcento dos trabalhadores eram mulheres (n=46), com média geométrica de idade de 35 anos. Apenas 26% das mulheres e 37% dos homens concluíram o ensino fundamental. Onze evidências foram registradas e discutidas. Cinquenta e oito porcento das joias ultrapassaram a concentração permitida no Brasil para cádmio e 26% para chumbo, enquanto que pelo método de XRF, todas as joias ultrapassaram os limites para cádmio e 12,5% para chumbo. Os trabalhadores e familiares estão sob os mesmos riscos de exposição, inclusive crianças, uma vez que a produção de joias é realizada sem nenhuma proteção do trabalhador e em ambiente geralmente compartilhado dentro das casas. Ações públicas e setoriais são necessárias para proteção social e de saúde deste trabalhador e seus familiares com foco em melhoria das condições de trabalho e regularização profissional.

Palavras-chave: Setor informal, Exposição Ocupacional, Metais.

1. Introdução

A informalidade assola as economias em desenvolvimento. Um dos grandes desafios da sociedade brasileira é frear a expansão do trabalho informal que sofre com processo de precarização e degradação das condições, direitos e garantias do trabalhador (Aquino et al., 2016). Entre 2008 e 2010, ocorreu uma redução de cerca de 6,5% do trabalho informal no Brasil, com respectiva diminuição de aproximadamente 280.000 empregados sem contrato de trabalho nas seis principais regiões metropolitanas (OIT, 2011). Por outro lado, deve-se mencionar que, em períodos de crise econômica, os trabalhadores tendem a buscar alternativas para compensar a perda de rendimento financeiro, quadro que se torna difícil de ser revertido após longos períodos de crise (OIT, 2012) e o ambiente favorável ao crescimento do trabalho informal facilita o aumento da exposição a acidentes, doenças ocupacionais e do trabalho infantil (OIT, 2013).

A realização de novos estudos de caso relacionados a trabalhos informais contribui para esclarecer e obter novos entendimentos desta relação de trabalho (Rios et al., 2015). Cerca de 40% da população brasileira economicamente ativa atua na informalidade (IBGE, 2018). Duas abordagens sobre a informalidade foram disseminadas nos países da América Latina, uma atrelada à lógica de sobrevivência em um contexto econômico adverso e outra sobre a descentralização produtiva associada a subcontratação de empresas e trabalhadores e à adaptação das empresas diante de uma instabilidade de demanda e as mudanças na divisão internacional do trabalho na era da globalização (Krein et al., 2003). A subcontratação de empresas e trabalhadores proporciona um ambiente de maior vulnerabilidade ao trabalhador que pode refletir em diversos âmbitos (Aquino et al., 2016), sendo que, além da transferência de riscos, pode também ocorrer a precarização das condições de trabalho (Druck, 2016; Aquino et al., 2016).

Esta situação pode ser observada no município de Limeira situado no interior do estado de São Paulo, onde há um número grande de indivíduos atuando em trabalhos informais (Vilela e Ferreira, 2008). A cidade de Limeira possui o maior polo de produção de joias e bijuterias do Brasil, representando 60% da produção do país (Lacorte et al., 2013). A maioria da população da cidade atua nesta cadeia produtiva em trabalhos formais e informais. Algumas famílias realizam atividades ocupacionais em suas residências (Vilela e Ferreira, 2008), o que potencialmente pode prejudicar as condições de vida dos demais familiares que moram na casa, principalmente adolescentes, afetando o tempo de estudo, lazer e sono (Pereira et al., 2018),

mulheres em idade fértil (Vieira et al., 2018) e de crianças aumentando o risco de ocorrência de acidentes e exposição à elementos tóxicos, além de outros prejuízos tais como: desinteresse e abandono escolar; dificuldade de estabelecer vínculos afetivos; afastamento do convívio social com pessoas da mesma idade, e dificuldade de acesso à informação para exercer seus direitos plenamente quando adultos (Lacorte, 2012).

A ferramenta de avaliação das lacunas é muito utilizada para identificar quais as falhas de um processo frente a uma determinada diretriz (Franklin, 2006). Vastamente utilizada para verificação das lacunas de um processo no atendimento ao requisito legal, a avaliação das lacunas foi utilizada como ferramenta para facilitar a construção da discussão das lacunas identificadas no cenário de exposição avaliado frente à base legal ou normativa aplicável.

Este estudo tem como objetivos: a) descrever o processo produtivo de bijuterias de Limeira, SP, considerando o arranjo produtivo informal e domiciliar e discutir os riscos identificados *versus* a legislação aplicável, através da construção de uma avaliação das lacunas; b) determinar a concentração de elementos potencialmente tóxicos (EPTs: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn e Zn) presentes nas joias e bijuterias produzidas pelos trabalhadores domiciliares informais, e b) sistematizar subsídios que promovam uma discussão entre os atores locais de forma a proteger a saúde do trabalhador e de sua família, além de buscar possíveis contribuições para a organização do processo produtivo atual.

2. Materiais e métodos

População do estudo

Este estudo foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (Protocolo nº 41965115.0.0000.5421). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento para participar do estudo.

Para seleção dos participantes a metodologia utilizada foi a de amostra de conveniência, entre os meses de julho e agosto de 2017. O critério de inclusão foi que alguém da família trabalhasse em casa em alguma etapa da produção de joias e bijuterias, sendo esse grupo de famílias chamado de Exposto. Através do acordo de colaboração e apoio firmado com a Secretaria da Saúde de Limeira, recebemos apoio dos Centros de Saúde da Família (CSF), no qual os coordenadores foram informados da pesquisa e indicaram agentes comunitários de

saúde (ACS) para ajudar na seleção. Foram incluídas no estudo 29 famílias do grupo Exposto totalizando 112 participantes.

Descrição do cenário de exposição e identificação das lacunas

Para caracterização do cenário de exposição foi utilizado um questionário estruturado baseado na Avaliação de Exposição proposta pela Associação Americana de Higiene Industrial (AIHA) onde itens como caracterização do ambiente de trabalho, identificação das etapas realizadas e materiais e produtos químicos utilizados, controles e condição das exposições são registrados (AIHA, 2015). A partir deste questionário foram destacadas as informações relevantes para compor a avaliação das lacunas. Outros dois questionários foram aplicados para obter as características demográficas dos participantes, tais como: sexo, idade, hábito de fumar e nível de escolaridade. Foram verificadas as normas regulamentadoras (NR), relativas à segurança e medicina do trabalho (Brasil, 2018). Tais normas são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (Brasil, 1978). Também foram verificadas a Constituição da República Federativa do Brasil (Brasil, 1988) e a CLT para identificar se haviam evidências observadas em desacordo (Brasil, 1943).

Amostragem e determinação dos EPTs nas joias e bijuterias

Durante a aplicação dos questionários, algumas famílias doaram joias e bijuterias que foram produzidas no período do estudo. Foram recebidas 19 peças e 1 amostra do pó utilizado para soldagem das peças. As joias e bijuterias tiveram sua camada superficial determinada através do método de análise direta por fluorescência de raios X (Niton™ XL2 XRF Analyzer da Thermo Fischer™). O pó de solda também foi analisado por esta técnica. As joias, bijuterias e o pó de solda tiveram adicionalmente a concentração de elementos de interesse determinada por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES) e por espectrometria de absorção atômica com chama (F AAS). Todo o material não constituído por ligas metálicas, como pedras e cristais, foi retirado antes da análise. Pesou-se aproximadamente 1 grama de cada peça e do pó de solda. As amostras sofreram um processo de digestão ácida em sistema aberto por 48h e, logo após, foram filtradas e avolumadas para 200 mL. Todas as

soluções foram preparadas com produtos químicos de qualidade analítica e com água deionizada ultrapura tipo I, obtida a partir de sistema Milli-Q (Millipore ®).

A determinação dos teores de arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb) e estanho (Sn) foi realizada pelo método de espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES). Para as curvas de calibração, soluções de referência nas diluições 100 ppb, 200 ppb, 500 ppb, 1000 ppb e 2000 ppb foram utilizadas.

O método de ICP OES não contemplou satisfatoriamente a determinação dos teores de cobre, níquel e zinco e, portanto, utilizou-se o método de espectrometria de absorção atômica por chama (F AAS) para a quantificação desses metais. Para as curvas de calibração, uma solução analítica contendo concomitantemente os íons de cobre, níquel e zinco nas concentrações de 60, 50 e 6 ppm, respectivamente, foi preparada a partir da diluição apropriada de soluções de referência comercialmente disponíveis: (i) solução de referência de cobre 1000 ppm (Wako Pure Chemical Industries ®); (ii) solução de referência de zinco 1000 ppm (Titrisol - Merck ®) e (iii) solução de referência de níquel 1000 ppm (CertiPUR - Merck ®).

3. Resultados

Vinte e nove famílias que possuíam, ao menos, um trabalhador produzindo joias dentro da casa foram convidadas a participar (n = 112). As etapas executadas pelos trabalhadores foram principalmente soldagem e montagem de joias e bijuterias. Dos 112 participantes, 57 eram trabalhadores.

A distribuição segundo sexo, faixa etária, tabagismo e tempo que trabalha informalmente são apresentadas na Tabela 1.

Tabela. 1 Frequência absoluta das características demográficas dos participantes, por gênero. Limeira, São Paulo, 2017

Variável	Homens	Mulheres	Total
Participantes	51	61	112
Fumantes	2	9	11
Idade			
1 – 5 anos	5	4	9
6 – 11 anos	8	2	10
12 – 19 anos	19	7	26
> 20 anos	19	48	67
Nível educacional			
Analfabetos	1	3	4
Fundamental incompleto	29	28	57
Ensino fundamental completo	19	16	35
Ensino médio completo	0	13	13
Ensino superior completo	0	1	1
Trabalhadores			
Montadores	2	26	28
Soldadores	9	20	29

As mulheres constituem 80% dos trabalhadores (n=46), com média geométrica de idade de 35 anos. Apenas 26% das mulheres e 37% dos homens concluíram o ensino fundamental.

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma do processo produtivo informal de joias e bijuterias da cidade de Limeira.

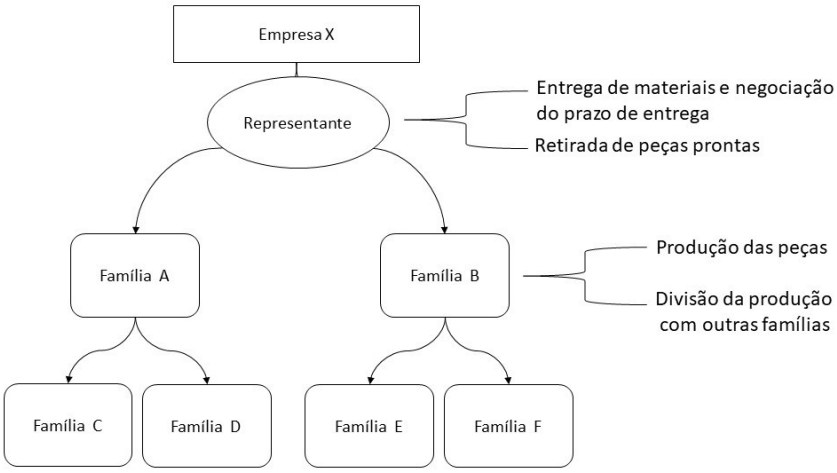

Figura 1. Fluxo do processo produtivo informal de joias e bijuterias da cidade de Limeira, São Paulo.

Os materiais necessários para produção das peças são entregues pelo representante da empresa e o prazo de entrega das joias e bijuterias prontas é negociado conforme a necessidade da empresa. Os valores a serem pagos também são negociados. Cada família é contatada de acordo com as atividades que realiza: montagem, soldagem ou o processo completo. No processo de montagem são utilizados, geralmente, alicates, ponteiras, pequenos moldes para realizar a cravação de pequenas pedras de vidro. Na soldagem, são utilizados ferros de solda ou maçaricos dependendo do tipo de solda (quente ou fria), ligas de estanho ou pó de solda, alicates e solução ácida.

No Quadro 1 são apresentadas as evidências encontradas através da aplicação do questionário de avaliação da exposição no cenário de trabalho de acordo com a temática. Também é apresentada a legislação aplicável conforme a temática avaliada.

Quadro 1. Evidências encontradas e legislação aplicável na avaliação de lacunas. Limeira, SP, 2017

Temática	Evidências	Legislação aplicável
Uso de equipamentos de proteção individual e coletiva	- Não uso de máscaras e luvas; - Ambiente de trabalho sem exaustão e ventilação mecânica. Ventilação, mesma que natural, precária nos ambientes onde são realizadas etapas com desprendimento de fumos e gases.	NR 6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI
Manipulação e armazenamento e destinação dos resíduos de produtos químicos	- Produtos químicos sem identificação; - Armazenamento de produtos químicos em embalagem inapropriada dificultando sua identificação; - Armazenamento de produtos químicos em ambiente inapropriado facilitando acesso de pessoas que não devem manipular o produto, como crianças.	NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES, Anexo 13 – Agentes Químicos; NR 26 - SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA; NR 9 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS
Ambiente de trabalho	- Ferramentas de trabalho sem identificação e armazenadas junto a pertences pessoais - Peças sem identificação e espalhadas pela área de trabalho - Área de trabalho compartilhada onde outras tarefas da casa, tais como preparo de alimentos e manipulação de roupas e outros objetos pessoais, são executadas.	NR 24 - CONDIÇÕES SANITÁRIAS E DE CONFORTO NOS LOCAIS DE TRABALHO; NR 26 - SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA
Jornada de trabalho	- Jornada de trabalho irregular, com período de alta demanda que pode superar 50 horas semanais de trabalho e não respeitar o período mínimo de descanso entre as jornadas. - Pausa para repouso ou alimentação durante a jornada diária de trabalha inadequada ou inexistente devido a não programação da jornada de trabalho.	CLT Título II – Das Normas Gerais de Tutela do Trabalho, Capitulo II Da Duração do Trabalho, Seção II e III.
Vínculo trabalhista	- Trabalhadores não possuíam nenhum tipo de vínculo empregatício, recebiam as peças e materiais através de um contato que apenas informava a data de entrega do material finalizado. O pagamento era feito através de depósito bancário ou entrega do valor através deste contato. Esse contato era a única pessoa que as famílias conheciam da empresa para a qual estavam trabalhando, sem informações adicionais.	Constituição Federal Capítulo II Dos Direitos Sociais, Artigo 7º; CLT Título IV – Do Contrato Individual do Trabalho, Capítulo I – Disposições Gerais.

Na Tabela 2, são apresentadas as médias das concentrações dos elementos de interesse nas joias e bijuterias pelo método de fluorescência de raios X.

Tabela 2. Média geométrica (MG), desvio padrão (DP) e valores mínimos e máximos (Min-Max) das concentrações dos elementos de interesse nas peças analisadas por XRF, em partes por milhão (ppm)

Elemento	MG (n=16)	DP	Min – Max
Cd	260,43 (0,03%)	180,62	100 – 900
Cr	372,93 (0,04%)	83,42	300 – 500
Cu	754110,73 (75,41%)	73363,27	626100 – 875400
Ni	7007,62 (0,70%)	21400,18	1500 – 75800
Pb	170,49 (0,02%)	2248,25	100 – 9100
Sn	764,70 (0,08%)	6163,86	100 – 25300
Zn	170019,49 (17,00%)	65005,34	66300 – 328100

As joias analisadas apresentaram composição superficial variada, mas com porcentagem majoritariamente de cobre e zinco. Na tabela 3, são apresentadas as médias das concentrações dos elementos de interesse nas joias e bijuterias pelos métodos de espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente e espectrometria de absorção atômica por chama.

Tabela 3. Média geométrica (MG), desvio padrão (DP) e valores mínimos e máximos (Min-Max) das concentrações dos elementos de interesse nas peças analisadas por ICP OES e F AAS, em ppm

Elemento	MG (n=19)	DP	Min – Max
As	*	*	LD - 88,60
Cd	*	*	LD – 729
Cr	*	*	LD - 56,60
Cu	741072,84 (74,11%)	295740,66	480014 – 1000000
Ni	255,15 (0,03%)	4631,14	13,68 – 14257,10
Pb	394,89 (0,04%)	45218,89	39,50 – 198326
Sn	441,02 (0,04%)	54546,15	34,60 – 239286
Zn	314031,64 (31,40%)	98677,03	152087 – 437451

A composição total das peças também foi variada. Os elementos Ni, Sn e Pb estavam presentes em todas as peças com concentração variada. As concentrações dos elementos no pó de solda estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Concentração dos elementos de interesse presentes no pó de solda analisados por ICP OES, F AAS e XRF, em ppm

Elemento	ICP OES*	F AAS**	XRF***
As	< LD	#	#
Cd	54284	#	72800
Cr	< LD	#	< LD
Cu	#	498427	517500
Ni	#	< LD*	200
Pb	3108	#	< LD
Sn	11395	#	800
Zn	#	377631	332000

*ICP OES – Espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente
**F AAS – Espectrometria de absorção atômica por chama
***XRF – Fluorescência de raios X
Elemento não avaliado por esta técnica
LD – Limite de detecção

O pó de solda apresentou valores elevados de Cd (5,43%), Pb (0,31%) e Sn (1,14%) na sua composição.

4. Discussão

O presente estudo avaliou a exposição ocupacional de trabalhadores informais e domiciliares da cidade de Limeira e realizou uma avaliação das lacunas entre o cenário de exposição e a base regulatória vigente. Adicionalmente, foi determinada a concentração de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn e Zn em peças doadas pelas famílias e no pó de solda utilizado no processo de soldagem. A escassez de estudos que avaliem a exposição ocupacional em ambiente informal e domiciliar é preocupante frente aos números de trabalhadores informais ativos no Brasil e em outros países da América Latina. Cerca de 127 milhões de pessoas trabalham em condições de informalidade na América Latina e Caribe (OIT, 2013), dado que é marcado, peculiarmente, pela precariedade no âmbito profissional e social acentuando as desigualdades (Costa, 2010).

No presente estudo, nenhum dos trabalhadores avaliados utilizava máscaras ou luvas durante o processo de produção das joias. Durante o processo de montagem foi observado que muita poeira metálica era formada devido o atrito das partes da joia com as ferramentas de montagem utilizadas, tais como alicates e ponteiras. Já durante o processo de solda quente, uma fumaça branca intensa era formada, e a percepção de formação de fumaça foi relatada por todos

os trabalhadores que realizavam esta etapa. Já a solda fria apresentava uma formação menor de fumaça, entretanto era suficiente para ser percebida pelos trabalhadores. Apenas dois trabalhadores utilizavam óculos de proteção durante o procedimento de solda quente. Conforme preconizado na NR 6 (1978) a empresa deve fornecer equipamento de proteção individual (EPI), gratuitamente, entretanto, devido ao não estabelecimento de vínculo, o trabalhador, geralmente, não tem acesso às informações sobre os riscos que acercam sua atividade profissional. Situação similar é observada entre imigrantes que chegam em nosso país, muitas vezes de forma ilegal, e são recrutados para atuar em diversas posições consideradas de subqualificação, com atuação informal e sem condições adequadas de trabalho (OIT, 2017).

O trabalhador que atua na informalidade não é assistido pelas legislações aplicáveis e desta forma sua vulnerabilidade é aumentada. Os mecanismos de proteção da saúde do trabalhador contemplados nas normas regulamentadoras (NR) não são respeitados e o trabalhador fica refém de um cenário complexo onde o trabalho informal representa "comida na mesa", mesmo que realizado em condições precárias e de alto risco.

Durante o processo de montagem, os trabalhadores manipulavam as peças, ainda brutas. Algumas ferramentas eram utilizadas tais como alicates, ponteiras, e moldes de espuma. Nesta etapa, não foi observado o uso ou manipulação de produtos químicos. Entretanto, as peças que compunham as joias desprendiam uma poeira fina metálica devido ao atrito na manipulação e montagem, tal poeira foi observada em vários pontos da casa, inclusive cozinha e banheiro. Um estudo envolvendo trabalho domiciliar realizado no Novo México determinou a concentração de alguns elementos potencialmente tóxicos em amostras de poeira retiradas de casas de trabalhadores que fabricavam joias em seus domicílios e comparou com a poeira de casas onde tais atividades não eram realizadas, chamadas de controle. Os elementos: Ag, Cu, Ni, Hg e Sb foram significativamente maiores nas áreas das casas onde as joias eram fabricadas em comparação com as casas estudadas como controle ($p \leq 0.02$) (Gonzalez et al., 2004).

O ambiente de trabalho, geralmente compartilhado, apresentava o acesso livre a qualquer pessoa aos materiais e ferramentas utilizadas. Foi observado que outros familiares transitavam frequentemente pela área de trabalho. Nas famílias com presença de crianças foi verificado que muitas tinham acesso aos materiais de trabalho e normalmente, ficavam no mesmo ambiente em que o trabalhador estava produzindo as joias.

A jornada no trabalho informal geralmente é longa e ocupa a maior parte do tempo diário do trabalhador (Bernardino e Andrade, 2015). No presente estudo, foi observado que a

jornada é estabelecida conforme a demanda e a urgência da entrega. Geralmente, os trabalhadores realizam uma jornada de 8 horas diárias, cerca de 40 semanais. Entretanto, esta jornada era flexibilizada conforme o número de peças e prazo da entrega, o que é sempre estipulado pelo contato e a cada lote de materiais a serem produzidos, mudando conforme a demanda da empresa. Jornadas de 10 -14 horas foram relatadas. O pagamento era acertado por peça produzida, ou seja, quanto maior a produção em menor tempo, mais eles recebiam.

A maior parte das famílias (93 %) não possuía nenhum tipo de vínculo ou enquadramento legal de trabalho. As famílias recebiam as peças e materiais através de uma pessoa que representava a empresa de interesse para a realização do trabalho. A entrega e retirada das peças era feita conforme demanda da empresa. Foi relatado que o prazo para entrega era curto e os trabalhadores se sentiam pressionados a atender o prazo das empresas pois tinham receio de perder o trabalho. Alguns relatos foram feitos com relação ao atraso do pagamento. Os valores eram acertados por serviço e oscilavam sem um padrão identificado. O pagamento era feito, geralmente, ao final de cada mês.

Outro ponto importante é a disposição dos resíduos gerados. Conforme é regulado pela NR 25 (Brasil, 1978), os resíduos devem ser destinados adequadamente, sendo proibido o lançamento ou a liberação no ambiente de trabalho de quaisquer contaminantes que possam comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores. Ferreira (2005) identificou por meio de contagem de Raio-X característicos a presença de elementos potencialmente tóxicos na rede de esgoto da cidade de Limeira, tais como: níquel, zinco, cobre e chumbo. Já em 2017, Salles e colaboradores (2018) avaliaram o impacto do trabalho informal na concentração de elementos potencialmente tóxicos (EPTs: As, Cd, Cr total e Cr-VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn e Zn) na rede de esgoto de Limeira através da determinação da concentração destes elementos tanto no esgoto quando no lodo. Concluiu-se que a heterogeneidade das concentrações dos EPTs encontradas nas amostras indica a natureza esporádica da disposição sanitária dos EPTs avaliados.

Os materiais utilizados na produção de joias e bijuterias possuem uma composição que varia de acordo com a pureza do material bruto e a presença de elementos considerados contaminantes. A legislação brasileira regula apenas os teores de cádmio e chumbo em joias e bijuterias, sendo o limite de 0,01 e 0,03%, respectivamente (INMETRO, 2015). Em outros países, os limites para estes metais são parecidos: na União Europeia, 0,01 e 0,05% (EU, 2012, 2015); no estado da Califórnia nos Estados Unidos, 0,03% e 0,02% (DTSC, 2012); e no Canadá, 0,013 e 0,009% (Canada, 2018), respectivamente. Pelo método de ICP OES, cerca de 58% das

joias ultrapassaram a concentração permitida no Brasil para cádmio e 26% para chumbo, enquanto que pelo método de XRF, todas as joias ultrapassaram os limites para cádmio e 12,5% para chumbo. A diferença entre os resultados revela que o material que constitui as joias, assim como o banho de galvanoplastia, processo eletroquímico com a finalidade de dar proteção e acabamento superficial às peças, não são homogêneos. O pó de solda analisado apresenta teores elevados de elementos potencialmente tóxicos, como cádmio, chumbo e estanho. Além da inalação direta do pó de solda, pode ocorrer ainda a inalação do fumo de solda, que consiste em um pó oriundo das substâncias tóxicas liberadas no processo de solda e que contém uma mistura complexa de metais e óxido de metais. A exposição ao fumo de solda pode causar problemas respiratórios, câncer, úlcera, danos aos rins e ao sistema nervoso, entre outras doenças (OSHA, 2013).

Outros elementos potencialmente tóxicos encontrados nas joias, como níquel e estanho, não possuem legislações específicas no Brasil. Por se tratar de um cenário de trabalho domiciliar, o risco da exposição de cianças a estes elementos é grande. Durante a etapa de observação do processo de trabalho no domicílio, foi observado que o pó de solda utilizado no processo de soldagem se espalhava pelas casas que realizavam esta atividade, inclusive nos brinquedos das crianças, podendo ser ingerido.

Ao analisar 24 joias produzidas e vendidas na América do Norte, Guney e Zagury (2013) constataram que estas apresentavam altas concentrações de cádmio, níquel e chumbo, revelando que peças fora da legislação estão sendo comercializadas não só no Brasil, mas em toda a América. No que se refere aos resultados encontrados, é possível compará-los com os das bijuterias produzidas na cidade de Limeira. Para cádmio, a concentração variou entre 180 e 360000 ppm; para níquel, entre 256 e 8240 ppm e para chumbo, entre 325 e 650000 ppm. Cui e colaboradores (2015) investigaram 13 bijuterias e brinquedos metálicos infantis comercializados na China, a fim de avaliar a bioacessibilidade a elementos potencialmente tóxicos. Os valores encontrados também se assemelham com o presente estudo, sendo os mínimos e máximos: Cd 0.01-139 ppm; Ni 0.24-2894 ppm; Pb 0.08-860000 ppm. Um estudo realizado na Rússia por Pouzar e colaboradores (2017), com 13 joias, apontou concentrações maiores de cádmio do que as joias produzidas em Limeira, tendo uma variação entre 13,4 e 44,6% em massa/massa. Já as concentrações de níquel encontradas nessas peças foram bastante similares, em uma faixa que varia de 0,35 a 13,76%. Na Suíça, Streicher-Porte e colaboradores (2008) realizaram testes com 21 amostras de joias e bijuterias importadas da Índia e constatou altos níveis de cádmio, de 1,4 a 43,9% em massa.

Há uma escassez de estudos que discutam o trabalho informal e suas consequências (Bernardino e Andrade, 2015). São notórias as contribuições que os estudos científicos podem proporcionar, ainda mais quando se trata de cenários complexos, como, por exemplo, o do arranjo produtivo local de joias e bijuterias de Limeira, SP. Tais estudos podem subsidiar informações para elaboração de ações e políticas públicas, como, por exemplo, a pesquisa desenvolvida por Vilela e Ferreira (2008) na cidade de Limeira. Esta lançou luz a um problema complexo e de caráter urgente de Saúde Pública pelas atividades realizadas envolverem, além do trabalho informal e domiciliar, o trabalho infantil. Com a contribuição deste trabalho realizado por Vilela e Ferreira (2008), algumas ações de vigilância foram criadas na cidade. Após a organização de uma comissão intersetorial para discutir os problemas relacionados com o trabalho infantil e informal existentes no município (Lacorte et al., 2013), alguns avanços foram observados, como a criação da Comissão Municipal de Erradicação do Trabalho Infantil de Limeira (Cometil). Ações de vigilância, que não existiam antes da Cometil, foram criadas, tais como: criação do Programa de Saúde Trabalhador; levantamento da situação de trabalho infantil entre os usuários do Sistema Único de Saúde (SUS), em 2010; registros de acidente de trabalho no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e a implementação do Sistema de informação e vigilância de acidentes do trabalho (SIVAT) (Lacorte et al., 2013). Entretanto, intervenções e propostas que mobilizem os trabalhadores informais precisam ser feitas para reduzir os riscos e a vulnerabilidade destas famílias trabalhadoras. Uma modalidade organizacional alternativa aos trabalhadores seria o cooperativismo. As sociedades cooperativas têm como elemento central do modelo societário o homem. O cooperativismo preconiza uma melhor remuneração do produtor e defende a equidade entre os objetivos econômicos e sociais (Ferreira e Braga, 2007).

Algumas limitações do presente estudo devem ser destacadas. Trata-se de um estudo transversal que permite a visão instantânea da exposição e a variação temporal não pode ser observada. Outrem, o estudo foi realizado com uma população de trabalhadores informais em área específica do Município de Limeira, onde sua abrangência ficou limitada ao número de participantes que aceitaram fazer parte do estudo no período proposto.

5. Conclusão

Os trabalhadores avaliados atuam em ambiente inadequado aumentando os riscos de exposição e acidente do trabalho. Os familiares destes trabalhadores estão potencialmente sob os mesmos riscos de exposição, inclusive crianças, uma vez que estes trabalhadores, produzem

suas peças em ambiente geralmente compartilhado dentro das casas. As peças utilizadas para produção das joias e bijuterias e o pó de solda utilizado no processo de soldagem apresentam teores de chumbo e cádmio acima dos limites estabelecidos por legislação. Muitos trabalhadores alegam ter na produção de joias sua principal fonte de renda, fato que agrava a situação de vulnerabilidade destes trabalhadores diante da atuação sem nenhuma garantia e proteção. Ações públicas e setoriais são necessárias para proteção social e de saúde deste trabalhador e de seus familiares com foco em melhoria das condições de trabalho e regularização profissional. O presente estudo pode contribuir para a discussão sobre a necessidade de proteção e diminuição da vulnerabilidade destas famílias trabalhadoras.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Secretaria de Saúde de Limeira e a colaboração vital de todos os agentes comunitários de saúde e o coordenador das unidades básicas de saúde de Limeira incluídos neste estudo. Os autores também agradecem os voluntários e suas famílias envolvidas nesta investigação.

6. Referências

AIHA, 2015. American Industrial Hygiene Association. A strategy for assessing and managing occupational exposure. 4th edition. [Em inglês].

Aquino, C.A.B., Sabóia, I.B., Melo, P.B., Carvalho, T.A., Ximenes, V.M., 2016. Terceirização e saúde do trabalhador: uma revisão da literatura nacional. Revista de psicologia organizações e trabalho. 16:130-142.

Bernardino, D.C.A.M. e Andrade, M., 2015. O Trabalho Informal e as Repercussões para a Saúde do Trabalhador: Uma Revisão Integrativa. Revista de Enfermagem Referência. 4(7) 149-158.

Brasil, 1943. Ministério do Trabalho. Consolidação das Leis do Trabalho – CLT. Brasília, Brasil.

Brasil, 1978. Ministério do Trabalho. Normas Regulamentadoras. NR 1 – Disposições gerais. Brasília, Brasil.

Brasil, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico. 292 p. Brasil.

Brasil, 2016. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Portaria n.º 43, de 22 de janeiro de 2016. Brasília, Brasil.

Brasil, 2018. Ministério do Trabalho. Normas Regulamentadoras. Disponível em: http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras. Acesso em 09 de maio de 2018.

Canada Gazette: "Children's jewelry regulations". Canada Gazette, Part II, Volume 152, Number 9. Abril de 2018. Disponível em < http://www.gazette.gc.ca>. Acesso em 31 de julho de 2018. [Em inglês].

Costa, M. S., 2010. Trabalho informal: Um problema estrutural básico no entendimento das desigualdades na sociedade brasileira. Caderno CRH, 33(58), 171-190.

Cui X.Y., Li S.W., Zhang, S.J., Fan, Y.Y., Ma, L.Q. Toxic metals in children's toys and jewelry: Coupling bioaccessibility with risk assessment. Environmental Pollution, 2015. 200: 77-84. [Em inglês].

Druck G., 2016. Unrestrained outsourcing in Brazil: more precarization and health risks for workers. Cadernos de Saúde Pública. Thematic section: outsourcing and health.6:32. [Em inglês].

DTSC: "California's metal-containing jewelry law". Department of toxic substances control. Fact sheet, February 2012. Disponível em < https://www.dtsc.ca.gov>. Acesso em 19 de julho de 2018. [Em inglês].

EU Commission Regulation No 2015/628 of 22 April 2015 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals ('REACH') as regards lead and its compounds. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu>. Acesso em 19 de julho de 2018. [Em inglês].

EU Commission Regulation No 835/2012 of 18 September 2012 amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation,

Authorization and Restriction of Chemicals (REACH) as regards Annex XVII (Cadmium). Disponível em <https://eur-lex.europa.eu>. Acesso em 19 de julho de 2018. [Em inglês].

Ferreira, M.A.L. 2005. Estudo dos riscos à saúde do trabalhador e ao meio ambiente na produção de joias e bijuterias de Limeira, SP. Piracicaba. Universidade Metodista de Piracicaba.

Ferreira, M.A.M. e Braga, M.J., 2007. Eficiência das Sociedades Cooperativas e de Capital na Indústria de Laticínios. RBE. 61(2), 231–244.

Franklin, M., 2006. Performance Gap Analysis: Tips, Tools, and Intelligence for Trainers. American Society for Training and Development. Infoline ASTD. [Em inglês].

Guney, M. e Zagury, G. J. Contamination by Ten Harmful Elements in Toys and Children's Jewelry Bought on the North American Market. Environ. Sci. Technol., 2013, 47: 5921–5930. [Em inglês].

IBGE, 2018. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. Trimestre: abr-mai-jun/2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE. Brasília, DF.

INMETRO: Limite para concentração de Cádmio e Chumbo em Bijuterias e Joias. Inmetro, Rio de Janeiro, Janeiro 2015. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em 28 de março de 2018.

Lacorte, L.E.C., Vilela, R.A.G., Silva, R.C., Chiesa, A.M., Tulio, E.S., Franco, R.R., Bravo, E.S., et al. 2013. Os nós da rede para erradicação do trabalho infanto-juvenil na produção de joias e bijuterias em Limeira-SP. Rev. Brasileira de saúde ocupacional. 38:199-215.

OIT, 2011. Organização Internacional do Trabalho. Instituto Internacional de Estudos do Trabalho - IIET. Brasil: uma estratégia inovadora alavancada pela renda. Genebra: OIT.

OIT, 2012. Organização Internacional do Trabalho. Escritório da OIT no Brasil. - Brasília: OIT. Perfil do trabalho decente no brasil: um olhar sobre as unidades da federação.

OIT, 2013. Organização Internacional do Trabalho. Escritório Regional da OIT da América Latina e o Caribe. La OIT em la América Latina y el Caribe: Avance e perspectivas. [Em espanhol].

OIT, 2017. Organização Internacional do Trabalho. Escritório da OIT no Brasil. Inserção Laboral de Migrantes Internacionais: transitando entre a economia formal e informal no município de São Paulo. Brasília, Brasil.

OSHA Fact Sheet. "Controlling Hazardous fume and gases during welding", Março de 2013. Disponível em <www.osha.gov>. Acesso em 19 de julho de 2018. [Em inglês].

Pereira, E.C., Ferreira, A.P.S.S., Sato, A.P.S., Fischer, F.M., Olympio, K.P.K., 2018. Living and working conditions of children and adolescents inserted in the outsourcing informal and household productive arrangement of jewelry and fashion jewelry in Brazil. In: International Society of Environmental Epidemiology (ISEE 2018): Addressing Complex Local and Global Issues in Environmental Exposure and Health, 2018, Ottawa, Canada. Abstracts of the 2018 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology. [Em inglês].

Pouzar M.; Zvolská M.; Jarolím O.; Audrlická Vavrušová L. The Health Risk of Cd Released from Low-Cost Jewelry. Int J Environ Res Public Health, Switzerland, 2017. [Em inglês].

Rios, M.R., Nery, A.A., Rios, P.A.A., Casotti, C.A., Cardoso, J.P., 2015. Fatores associados a acidentes de trabalho envolvendo trabalhadores informais do comércio. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 31(6):1199-1212.

Streicher-Porte, M., Buckenmayer, A., Pfenninger ,S. What goes around comes around? High levels of cadmium in low cost jewelry. 2008 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, San Francisco, CA, 2008, pp. 1-5. doi: 10.1109/ISEE.2008.4562946. [Em inglês].

Vieira, F.B.A., Ferreira, A.P.S.S., Sato, A.P.S, Olympio, K.P.K., 2018. Outsourcing informal home workers in jewelry and fashion jewelry production present high prevalence of preterm birth. In: International Society of Environmental Epidemiology (ISEE 2018): Addressing Complex Local and Global Issues in Environmental Exposure and Health, 2018, Ottawa, Canada. Abstracts of the 2018 Conference of the International Society of Environmental Epidemiology. [Em inglês].

Vilela, R.A.G. e Ferreira M.A.L, 2008. Nem tudo brilha na produção de joias de Limeira – SP. Produção. 18: 183-194.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados encontrados na avaliação do ar da zona de respiração do trabalhador causam preocupação. As médias das concentrações de cinco dos nove elementos avaliados estavam acima dos limites toleráveis. Para os elementos Ni e Cd, todas as concentrações no ar estavam acima dos limites. Todos os trabalhadores atuavam em condições inadequadas de trabalho nas residências.

Os trabalhadores atuam sem equipamentos de proteção individual, em jornadas que geralmente excedem os limites legais nacionais e em ambiente compartilhado aumentando os riscos de exposição e acidente de seus familiares que também estão sob os mesmos riscos de exposição, inclusive crianças. Muitos trabalhadores alegam ter na produção de joias sua principal fonte de renda, fato que agrava a situação de vulnerabilidade destes trabalhadores diante da atuação sem nenhuma garantia e proteção.

A maioria dos trabalhadores são mulheres e muitas delas são responsáveis pela principal renda da casa, o que traz à tona principalmente a preocupação com a exposição química de mulheres em idade fértil, gestantes e seus filhos pequenos, grupos de maior vulnerabilidade à exposição química. Tais evidências contribuem para elaboração de novos estudos que ampliem a compreensão deste cenário complexo, elucidando o expossoma desta população.

É importante lembrar que esse estudo tem delineamento transversal, fornecendo uma visão instantânea da exposição, não sendo observada, portanto, a variação temporal. Os materiais utilizados na produção de joias e bijuterias possuem uma composição que varia de acordo com a pureza do material bruto e a presença de elementos considerados contaminantes. A determinação da concentração dos elementos nas joias e bijuterias doadas pelos trabalhadores somada a determinação da concentração dos elementos no ar na zona de respiração dos trabalhadores possibilitou a visualização desta variação e pode contribuir com o delineamento de estudos futuros. A microscopia das partículas por Raio-X e especiação elementar são métodos analíticos que podem ser aplicados em investigações futuras para melhor compreensão deste cenário de exposição. A determinação da concentração dos elementos em outros compartimentos ambientais e outras matrizes biológicas também podem auxiliar.

Ações públicas e setoriais são necessárias para proteção deste trabalhador e seus familiares com foco em melhoria das condições de trabalho e regularização profissional. O presente estudo pode contribuir para iniciar a discussão urgente sobre a necessidade de proteção e diminuição da vulnerabilidade destas famílias trabalhadoras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES

Antunes, R. Dimensão da precarização estrutural, 2007. In: Druck, G., Fanco, T. A perda da Razão Social do Trabalho. São Paulo: Editora Boitempo.

Apostoli P, 1999. Application of reference values in occupational health. Int Arch Occup Environ Health. 72:191-4.

Araújo MVP, 2005. Caminhos e descaminhos da terceirização. Disponível emhttp://www.saudeetrabalho.com.br/download/caminhos-descaminhos-terceirizacao.pdf . Acesso em Dezembro de 2016.

ATSDR, 1999. Toxicological profile for Mercury. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta-Georgia.

ATSDR, 2005a. Toxicological profile for nickel. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta- Georgia.

ATSDR, 2006. Toxicological profile for cyanide. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services. Atlanta- Georgia.

ATSDR, 2012. Toxicological profile for chromium. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta-Georgia.

ATSDR, 2016. Addendum to the toxicological profile for arsenic. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta- Georgia.

ATSDR, 2017. Toxicological profile for Antimony and compounds. Draft for pubic comment. U.S. department of health and human services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta- Georgia.

Bacon JR e Davidson CM, 2008. Is there a future for sequential chemical extraction?. The Analyst.133:25–46.

Barceloux DG e Barceloux D. 1999. Zinc. Journal of Toxicology-Clinical Toxicology.37: 279-292

Bashkin VN, 2006. Modern Biogeochemistry. 2a ed. Dordrecht, Holanda: Springer, 444 p.

Baysal A, Ozbek N, Akman S, 2013. Determination of Trace Metals in Waste Water and their Removal Processes. In: Einschlag F.S.G. ed. Waste Water–Treatment Technologies and Recent Analytical Developments. Croatia; [s.n.];.p 145-71.

Bissen M e Frimmel FH, 2003. Arsenic - a review Part 1: Occurrence, toxicity, speciation, mobility. Acta Hydrochimica Et Hydrobiologica. 31:9-18

Brastak, 2012. Boletim Técnico Fluxos para solda branda e brasagem. Disponível em: http://www.harrisbrastak.com.br/downloads/boletins-tecnicos . Acesso em abril de 2016.

Carvalho ML, Barbosa TRCG, Soares JB, 2010. Implementação de política pública: uma abordagem teórica e crítica. X Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Mar Del Plata Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/97020/IMPLEMENTA%C3%87%C3%83O%20DE%20POL%C3%8DTICA%20P%C3%9ABLICA%20UMA%20ABORDAGEM%20TE%C3%93RICA%20E%20CR.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em Janeiro de 2017.

Cavallo D, Ursini CL, Setini A, Chianese C, Piegari P, Perniconi B, Iavicoli S. 2003. Evaluation of oxidative damage and inhibition of DNA repair in an in vitro study of nickel exposure. Toxicology in Vitro 17: 603–607.

CDC, 1997. Update: blood lead levels – United States, 1991 – 1994. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Report. 46:141-6.

CDC, 2017. Centers of Disease and Control and Prevention. Epi Info 7. Division of Health Informatics & Surveillance (DHIS), Center for Surveillance, Epidemiology & Laboratory Services (CSELS)

Censi P, Spoto SE, Saiano F, Sprovieri M, Mazzola S, Nardone G, et al. 2006. Heavy metals in coastal water systems. A case study from the northwestern Gulf of Thailand. Chemosphere. 7:1167-1176.

Chiou Y, Wong R-H, Chao M-R, Chen C-Y, Liou S-H, Lee H. 2014. Nickel accumulation in lung tissues is associated with increased risk of p53 mutation in lung cancer patients. Environ Mol Mutagen. 55:624–632.

CHSR, 2009. Human Health Effects of Heavy Metals; Center for Hazardous Substance Research. Kansas State University

Fernandes C, Fontaínhas-Fernades. A, Cabral D, Salgado MA, 2008. Heavy metals in water, sediment and tissues of Liza saliens from Esmoriz–Paramos lagoon, Portugal. Environ. Monit. Assess. 13:267-275.

Figueiredo VCN e Trapé AZ, 2007. O uso de cianeto na produção de bijuterias e folheados: proposta de investigação sobre a saúde das trabalhadoras em domicílio no município de Limeira. Rev. Ciências Médicas. 16: 97-107.

Figueiredo VCN, 2011. Morbidades referidas por trabalhadoras que produzem joias folheadas em Limeira, SP. Rev. bras. Saúde ocup. 36: 247-257.

Fewtrell, L.J, Prüss-Ustün, A., Landrigan, P., AyusoMateos, J.L. 2004. Estimating the global burden of disease of mild mental retardation and cardiovascular diseases from environmental lead exposure. Environ Res. 94, 120–133.

Gonzalez M, Shah V, Bobelu A, Qualls C, Natachu K, Bobelu J, et al. 2004. Concentrations of Surface-Dust Metals in Native American Jewelry-Making Homes in Zuni Pueblo, New Mexico. Archives of Environmental Health: An International Journal. 59: 245-249.

Guthrie BE, 1982. The Nutritional role of Chromium. In: Biological and Environmental Aspects of Chromium. Amsterdam, Holanda: Elsevier, Langard, S. ed., 117 p.

Halatek T, Sinczuk-Walczak H, Rabieh S, Wasowicz W, 2009. Association between occupational exposure to arsenic and neurological, respiratory and renal effects. Toxicology and Applied Pharmacology. 239 :193–199.

HC, 2013. Health Canada, Report on human biomonitoring of environmental chemicals in Canada. In: Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 1 (2007 e 2009). August 2010. Acesso em: Setembro de 2017. Disponível em: http://www.healthcanada.gc.ca.

Hill MK, 2010. Understanding Environmental Pollution. 3ed. New York, EUA: Cambridge University Press; 585 p.

Hoet P, 2005. 2.6.2 Speciation of Chromium in Occupational Exposure and Clinical Aspects, in Handbook of Elemental Speciation II – Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health. Chichester, Inglaterra: Cornelis, R.; Caruso, J.; Crews, H.; Heumann, K. (Eds.), Wiley, 2005, pp. 136 – 154.

Hoet P, 2005a. Speciation of Lead in Occupational Exposure and Clinical Health Aspects. In Handbook of Elemental Speciation II – Species in the Environment, Food, Medicine and

Occupational Health. Chichester, Inglaterra: Cornelis, R.;Caruso, J.; Crews, H.; Heumann, K. (Eds.), Wiley, p. 252 – 272.

IARC, 1993. Agents Classified by the IARC Monographs. Mercury and Mercury compounds. International Agency of Research on Cancer. 58.

IARC, 2006. Agents Classified by the IARC Monographs. Lead compounds, inorganic. International Agency of Research on Cancer. Sup. 7:87.

IARC, 2012a. Agents Classified by the IARC Monographs. Arsenic and inorganic arsenic compounds. International Agency of Research on Cancer. 23:100C.

IARC, 2012b. Agents Classified by the IARC Monographs. Chromium (VI) compounds. International Agency of Research on Cancer. 49:100C.

IBGE, 2010. Limeira. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=352690 . Acesso em Janeiro de 2017.

Kimbrough RD, 1976. Toxicity and Health Effects of Selected Organotin Compounds. Environmental Health Perspectives.14: 51-56.

Kuno R, Roquetti MH, Becker K, Seiwert M, Gouveia N. 2013. Reference values for lead, cadmium and mercury in the blood of adults from the metropolitan area of Sao Paulo, Brazil. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 216: 243–249.

Lacorte LEC, 2012. A construção de Políticas Públicas em rede Inter setorial para a Erradicação do Trabalho Infantil em Limeira SP. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Saúde Pública) Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lavinas L, Sorj B, Linhares L, Jorge A. 2000. Trabalho a domicilio: novas formas de contratualidade. Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro.

Marcelino PRP, 2008. Terceirização e ação sindical: A singularidade da reestruturação do capital no Brasil (Tese de doutorado). Disponível em:http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000438166 . Acesso em Janeiro de 2017.

Mendez-Gomez J, García-Vargas GG, López-Carrillo L, Calderón-Aranda ES, Gómez A, Vera E, et al. 2008. Genotoxic effects of environmental exposure to arsenic and lead on children in region Lagunera, Mexico. Ann N Y Acad Sci 1140:358-367.

Moitra S, Bill BB, Sahu S, 2014. Occupational Cadmium Exposure-Associated Oxidative Stress and Erythrocyte Fragility Among Jewelry Workers in India. American Journal of Industrial Medicine 57:1064–1072.

Mutti A, 1999. Biological monitoring in occupational and environmental toxicology. Toxicology Letters.108: 77-89

NIOSH, 2003. Elements by ICP. National Institute for Occupational Safety and Health. Method 7303.

Nriagu, JO, 1988. Production and uses of chromium, in Chromium in the Natural and Human Environments, Advances in Environmental Science and Technology Series. New York, EUA: Nriagu, J. O.; Nieboer, E. (Eds.), Wiley. 20:81.

Nordberg, GF, 2009. Historical perspectives on cadmium toxicology. Toxicol. Appl. Pharmacol. 238:192-200.

Olympio KPK, Oliveira PV, Naozuka J, Cardoso MRA, Marques AF, Günther WM, Bechara EJH. 2010. Surface dental enamel lead levels and antisocial behavior in Brazilian adolescents. Neurotoxicol Teratol 32:273-279.

Olympio, KPK, Gonçalves CG, Salles FJ, Ferreira APSS, Silva AS, Buzalaf MAR, et al. 2017. What are the blood lead levels of children living in Latin America and the Caribbean?. Environment International.101: 46-58.

OSHA, 2002. Occupational Safety and Health Administration. Metal and metalloid particulates in workplace atmospheres (ICP - analysis). Division of Physical Measurements and Inorganic Analyses OSHA Technical Center. Salt Lake City, Utah, EUA.

Paiva L, Martínez V, Creus A, Quinteros D, Marcos R. 2006. Sister chromatid exchange analysis in smelting plant workers exposed to arsenic. Environ Mol Mutagen 47:230-235.

Pei Q, Ma N, Zhang J, Xu W, Li Y, Ma Z, Li Y, et al. 2013. Oxidative DNA damage of peripheral blood polymorphonuclear leukocytes, selectively induced by chronic arsenic exposure, is associated with extent of arsenic-related skin lesions. Toxicol Appl Pharmacol. 266:143-149.

Pirkle JL, Brody DJ, Gunter EW, Kramer RA, Paschal DC, Flegal KM, Matte TD. 1994. The decline in blood lead levels in the United States: the National Health and Nutritional Examination Surveys. J Am. Med. Assoc. 272: 284-291.

Satarug S, Garrett SH, Sens MA, Sens DE, 2010. Cadmium, Environmental Exposure, and Health Outcomes. Environmental Health Perspectives.118: 182-190.

Schaumlöffel, D. Speciation of Nickel. In: Handbook of Elemental Speciation II – Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health. Chichester, Inglaterra: Cornelis, R.; Caruso, J.; Crews, H.; Heumann, K. (Eds.), Wiley, p. 310 – 324, 2005.

Sioen I, Den-Hond E, Nelen V, Van de Mieroop E, Croes K, Van Larebeke N, et al. 2013. Prenatal exposure to environmental contaminants and behavioral problems at age 7-8 years. Environmental International. 59: 225-231.

Silva CS, 1998. Um estudo crítico sobre a saúde dos trabalhadores de galvânicas por meio das relações entre as avaliações ambientais, biológicas e otorrinolaringológicas. Tese de Doutorado em Química Analítica – Instituto de Química: Universidade de São Paulo, São Paulo.

Suk, W.A., Ruchirawat, K.M., Balakrishnan, K., Berger, M., Carpenter, D., Damstra, T., et al. 2003. Environmental threats to children's health in Southeast Asia and the Western Pacific. Environ Health Perspect. 111:1340–1347.

Teixeira PR, 1997. Políticas Públicas em Aids. In: Parker, R. Políticas, instituições e Aids. Enfrentando a epidemia no Brasil. Rio de Janeiro: ABIA/Zahar. 43- 68.

Todorov TI, Ejnik JW, Mullick FG, Centeno JA. 2005. Arsenic speciation in urine and blood reference materials. Microchimica Acta. 151:263-268.

Verougstraete V, 2005. Speciation of Cadmium in Health and Disease. In Handbook of Elemental Speciation II – Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health. Chichester, Inglaterra: Cornelis, R.;Caruso, J.; Crews, H.; Heumann, K. (Eds.), Wiley.107 – 117.

Waldman EA, 1998. Vigilância em Saúde Pública. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, v.7 (Série Saúde & Cidadania).

Walsh CT, Sandstead HH, Prasad AS, Newberne PM, Fraker PJ, 1994. Zinc: Health Effects and Research Priorities for the 1990s. Environmental Health Perspectives.102:5-46.

WHO, 1995. Environmental Health Criteria 165. Inorganic Lead. World Health Organization. Geneva, Suiça.

WHO, 2000. Environmental Health Criteria 214. Human Exposure Assessment. World Health Organization. Geneva, Suiça

WHO, 2010. Preventing disease through healthy environments. exposure to cadmium: a major public health concern. World Health Organization. Geneva, Suiça.

WHO, 2010a. Ten chemicals of major public health concern. World Health Organization. Disponível em: http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chemicals_phc/en/. Acesso em Janeiro, 2017.

Winship KA, 1988. Toxicity of Tin and Its Compounds. Adverse Drug Reactions and Toxicological Reviews. 7:19-38.

Anexo I – Normas da deliberação da Comissão de Pós-Graduação em sua 9º sessão de 05 de junho de 2008.

Deliberação da CPG em sua sessão 9ª/2008 de 05/06/2008

Diretrizes para outra forma de apresentação de Tese e Dissertação dos Programas de Pós Graduação da Faculdade de Saúde Pública da USP

- A **Dissertação de Mestrado** deve incluir, no mínimo, um manuscrito resultante do seu projeto de pesquisa de mestrado, submetido ou publicado em periódico arbitrado por pares, no período de sua matrícula no Programa.
- A **Tese de Doutorado** deve incluir, no mínimo, três manuscritos resultantes do seu projeto de pesquisa de doutorado, sendo que um deles não deve ter sido submetido ou publicado em periódico ou capítulo de livro. Os outros dois artigos devem ter sido submetidos ou publicados em periódicos ou capítulos de livro arbitrados por pares, no período de sua matrícula no Programa.
- São considerados como manuscritos: periódicos ou capítulos de livros. Em todos os manuscritos o candidato a Mestre ou Doutor deverá ser o primeiro autor.
- As Teses e Dissertações devem incluir obrigatoriamente:

Apresentação: descrição da estrutura do trabalho

I. Introdução: texto que sistematize o conhecimento existente e justifique o trabalho realizado.

II. Objetivos

III. Metodologia: descrição das definições, procedimentos e técnicas adotados para a realização do trabalho, não contempladas nos manuscritos apresentados.

IV. Resultados e discussão: onde serão inseridos os manuscritos que apresentam os resultados e discussão correspondente do trabalho realizado que permitam as conclusões e considerações finais.

V. Conclusões ou considerações finais: em que as contribuições do trabalho sejam sintetizadas.

VI. Referências bibliográficas: utilizadas no trabalho

VII. Anexos

- Os manuscritos devem ser formatados segundo as normas para publicação dos periódicos ou obras a que serão submetidos ou publicados.
- As referências bibliográficas devem ser apresentadas ao final de cada capítulo e, quando não se referirem aos manuscritos apresentados, devem seguir as normas gerais do Guia de Teses da FSP.

Prof. Dr. Arlindo Philippi Jr.
Presidente da CPG

Anexo II – Colaboração e apoio firmado pela secretaria da saúde de Limeira

PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

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/Gestor do SUS
Autoridade Sanitária - VIII / Cred. 22

Anexo III – Questionários

1

Cadastro domiciliar

FORMULÁRIO DE CADASTRO DOMICILIAR

Nº. Domicílio: _____ Pesquisador: _____

Data do preenchimento do cadastro: ____/____/____

End. do domicílio: _____ Nº_____

Compl.: _____ CEP: _____ Bairro: _____

Telefone 1: (___) _____ Telefone 2: (___) _____

E-mail: _____ Facebook: _____

Informações do domicílio

1. Como você define o seu domicílio?
1. [ ] 1 Alvenaria (tijolo, bloco, pedras)
2. [ ] 2 Madeira
3. [ ] 3 Outros _____
99. [ ] NS/NR

2. Há quantos anos você reside nesse domicílio?
1. [ ] menos de 1 ano
2. [ ] 1-3 anos
3. [ ] 3-5 anos
4. [ ] 5-10 anos
5. [ ] 10-15 anos
6. [ ] 15-20 anos
7. [ ] mais de 20 anos
99. [ ] NS/NR

3. Há quantos anos você reside nesta região?
1. [ ] menos de 1
2. [ ] 1-3
3. [ ] 3-5
4. [ ] 5-10
5. [ ] 10-15
6. [ ] 15-20
7. [ ] mais de 20
99. [ ] NS/NR

4. Qual é o revestimento da sua rua?
1. [ ] asfalto
2. [ ] bloquete de concreto
3. [ ] entulho
4. [ ] areia
5. [ ] barro batido
6. [ ] paralelepípedo
99. [ ] NS/NR

2

5. Num raio de 1000 metros (10 quarteirões) da sua residência existem estabelecimentos com as seguintes atividades? (Esta pergunta pode ter múltiplas respostas)
1. [ ] revestimento de metais
2. [ ] terminais de carga/descarga
3. [ ] armazenagem de fertilizantes/produtos químicos
4. [ ] pátio de containers
5. [ ] fábricas de joias e bijuterias
6. [ ] aterros industriais ou domésticos
7. [ ] fábricas de baterias
7. [ ] outras fábricas ou industrias _____
99. [ ] NS/NR

6. De onde vem a água utilizada em seu domicílio para beber? (Uso Predominante)
1. [ ] Sabesp
2. [ ] comprada
3. [ ] caminhão pipa
4. [ ] poço
5. [ ] nascente
6. [ ] bica
7. [ ] córrego/riacho
8. [ ] rio/cachoeira
9. [ ] outros
99. [ ] NS/NR

7. Há quanto tempo a água vem desta fonte?
1. [ ] até 2 anos
2. [ ] entre 2 e 4 anos
3. [ ] entre 4 e 6 anos
4. [ ] entre 6 e 8 anos
5. [ ] mais de 8 anos
99. [ ] NS/NR

8. Antes de beber a água, ela passa por algum tratamento?
1. [ ] clorada
2. [ ] filtrada
3. [ ] fervida
4. [ ] outro tratamento
5. [ ] não existe tratamento
99. [ ] NS/NR

9. De onde vem a água utilizada em seu domicílio para o preparo de alimentos? (Uso Predominante)
1. [ ] Sabesp
2. [ ] comprada
3. [ ] caminhão pipa
4. [ ] poço
5. [ ] nascente
6. [ ] bica
7. [ ] córrego/riacho
8. [ ] rio/cachoeira
9. [ ] outros
99. [ ] NS/NR

10. Como é o esgoto de sua residência?

1. [ ]fossa
2. [ ] céu aberto (solo, rua)
3. [ ] rio, córrego
4. [ ] encanado (rede de esgoto)
5. [ ] outros_____
99. [ ] NS/NR

11. Com relação a sua casa: (na contagem de cômodos, excluir banheiros e corredores)

11a. Qual o Nº de cômodos? _____

11b. Qual o tamanho total da casa em metros quadrados? _____

11c. Quantos banheiros tem na sua casa? _____

Informações dos Moradores

Espaço para 10 moradores e/ou trabalhadores, ou seja, as questões 13 a 22 serão repetidas em até 10 vezes, dependendo do número de moradores e trabalhadores da residência e estão no Questionário "Informação Individual dos Moradores".

12. Quantas pessoas moram e/ou trabalham com você na casa?

Mora [ ] Trabalha [ ] 1: _____

Mora [ ] Trabalha [ ] 2: _____

Mora [ ] Trabalha [ ] 3: _____

Mora [ ] Trabalha [ ] 4: _____

23. Qual a renda de cada pessoa (morador ou trabalhador) aproximadamente?

N º Pessoa (Trabalhador ou Morador)	Renda aproximada (em reais)
1	
2	
3	
4	
5	

Tabagismo

(Para responder as próximas questões, veja o número de identificação dos moradores/trabalhadores da residência na pg. 3, questão 12)

24. Quais pessoas que moram/trabalham em sua casa fumam?

1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 11|__| nenhuma (pule p/ questão 24) 99|__| NS/NR

25. Há quantos anos essas pessoas fumam? (para cada morador/trabalhador que fuma, incluir o tempo em anos)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

26. Quantos cigarros elas fumam por dia?
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

27. Quais pessoas que moram em sua casa já pararam de fumar?
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 11|__| nenhuma (pule p/ próx. módulo) 99|__| NS/NR

28. Faz quantos anos essas pessoas fumaram? (para cada morador/trabalhador que parou de fumar, incluir o tempo em anos)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

29. Por quantos anos essas pessoas fumaram? (para cada morador/trabalhador que parou de fumar, incluir o tempo em anos)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

30. Quantos cigarros elas fumavam por dia?
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

Alcoolismo

(Para responder as próximas questões, veja o número de identificação dos moradores/trabalhadores da residência na pg. 3, questão 12)

31. Quais pessoas que moram em sua casa tomam alguma bebida alcoólica como cerveja, vinho, cachaça, uísque, licores, etc?
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 11|__| nenhuma (pule p/ questão 31) 99|__| NS/NR

32. Há quantos anos essas pessoas tomam alguma bebida alcoólica?
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 11|__| 11 12|__| 12 99|__| NS/NR

33. Quantas vezes por semana elas tomam bebida alcoólica ? (incluir o número de vezes que tomam bebida alcoólica por semana)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 11|__| 11 12|__| 12 99|__| NS/NR

34. Alguém na sua casa parou de beber? (bebia e agora não bebe mais)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 11|__| nenhuma 99|__| NS/NR

35. Por quantos anos essas pessoas beberam? (incluir o tempo em anos)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

36. Quantas vezes por semana essa pessoa bebia bebida alcoólica? (incluir o número de vezes que tomam bebida alcoólica por semana)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

37. Faz quantos anos que essas pessoas deixaram de beber? (incluir o tempo em anos)
1|__| 1 2|__| 2 3|__| 3 4|__| 4 5|__| 5 6|__| 6 7|__| 7 8|__| 8 9|__| 9
10|__| 10 99|__| NS/NR

Saúde

38. Quais são as principais queixas ou problemas de saúde que cada membro da família?

Nº pessoa _____ Problemas de saúde_____

Nº pessoa _____ Problemas de saúde_____

Nº pessoa _____ Problemas de saúde_____

Nº pessoa _____ Problemas de saúde_____

39. Se tem alguma queixa ou problema de saúde, acha que tem algum motivo?

1. Sim 2. Não 99. NS/NR

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Nº pessoa _____ Resp.: _____

Informações individuais dos moradores/trabalhadores do domicilio

Informação Individual dos Moradores/Trabalhadores

Nome do morador 1 (INFORMANTE): _____

Número do Morador/Trabalhador: _____

13. Qual sua posição na família:

1 [ ] 1 Chefe

2 [ ] 2 Cônjuge

3 [ ] 3 Filho(a)

4 [ ] 4 Outras relações familiares _____

5 [ ] 5 Agregado sem relação de parentesco

6 [ ] 6 Empregado

14. Sexo

1. Feminino 2. Masculino Resp.: _____

14a. Se feminino, está gestante?

1. Sim 2. Não (pule para a questão 15) 99. NS/NR

Resp.: _____

14b. Se está gestante, em que semana gestacional ou mês se encontra?

_____

14c. Teve outras gestações? Se sim, quantas? (Indique a resposta conforme o número abaixo e o número de gestações em caso positivo)

1. Sim (informar quantas) 2.Não 99. NS/NR

Resp.: _____

14d. Teve alguma perda de bebê (aborto, nascido morto, óbito no primeiro mês)? Se sim, quantos?

1. Sim (informar quantas e qual tipo de perda) 2.Não 99. NS/NR

Resp.: _____

15. Data de Nascimento

____/____/____

16. Estado Civil

1. casado / mora junto 2. separado / divorciado Resp.: _____

3. solteiro 4. Viúvo

17. Qual sua cor?

1. branco 2. negro 3. pardo 4. amarelo 5. indígena 6. outro Resp.: _____

18. Escolaridade

1. Ensino Fundamental (Até 2ª Série) 7.Superior incompleto Resp.: _____

2. Ensino Fundamental (3a – 5a Série) 8. Superior completo

3. Ensino Fundamental (6a – 7a Série) 9. analfabeto

4. Ensino Fundamental completo 10. não se aplica

5. Ensino Médio incompleto 99. não sabe

6. Ensino Médio completo

18a. Está estudando no momento?

1. Sim (informar o que e qual série ou ano) 2.Não 99. NS/NR

Resp.: _____

18b. Se está estudando, qual horário e dia da semana?

Resp.: _____

19. Está trabalhando remuneradamente atualmente?

1. sim (Pule para questão 21) 2. não 99. NS/NR Resp.: _____

20. Por que não está trabalhando remuneradamente?

1. desempregado 4. dona de casa Resp.: _____

2. afastado por doença ou acidente 5. outro

3. aposentado / pensionista 6. não se aplica

21. Quais principais atividades você faz no seu trabalho?

Resp.:_____

22. Apresenta algum problema de saúde ou queixa?

1. Sim 2. Não 99. NS/NR Resp.: _____

22a. Se apresenta algum problema de saúde, qual? (especificar)

Resp.:_____

22b. Toma algum medicamento todo dia? Se sim, qual?

Resp.:_____

22c. Toma alguma vitamina (comprimido, cápsula, sachê)? Se sim, qual?

Resp.:_____

Informação de exposição ocupacional atual e anterior

Nº domicilio: _____ Data:___/____/____ Informante:_____

Exposição Ocupacional (Atual)

(Para responder as próximas questões, veja o número de identificação dos moradores da residência no questionário 1, questão 12)

1. Quais pessoas que moram nessa residência trabalham nos setores descritos e por quantos anos? (No campo correspondente ao indivíduo, indicado pelo informante, marque em meses trabalhados)

Indústria (Externo)	Comércio	Prestação de Serviços (Domiciliar)	Outras
1|__| 1	1|__| 1	1|__| 1	1|__| 1
2|__| 2	2|__| 2	2|__| 2	2|__| 2
3|__| 3	3|__| 3	3|__| 3	3|__| 3
4|__| 4	4|__| 4	4|__| 4	4|__| 4
5|__| 5	5|__| 5	5|__| 5	5|__| 5
99|__| NS/NR	99|__| NS/NR	99|__| NS/NR	99|__| NS/NR

2. Quais pessoas que moram em sua casa têm contato com produtos químicos no trabalho?
1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9
10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

Quais pessoas trabalham com os produtos/atividades descritos?

3. Montagem de joias e bijuterias (No campo correspondente ao indivíduo, indicado pelo informante, marque o tempo por dia em horas trabalhados)

1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9
10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

4. Solda a quente
1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9
10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

5. Solda a frio
1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9
10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

6. Ácidos (Clorídrico= C / Bórico= B / Fluorídrico= F/ Sulfúrico = S)
1\|_____\| 1 2\|_____\| 2 3\|_____\| 3 4\|_____\| 4 5\|_____\| 5
6\|_____\| 6 7\|_____\| 7 8\|_____\| 8 9\|_____\| 9 10\|_____\| 10
11\|_____\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

7. Cianeto (Sódio= S / Potássio= P/ Prata= Pr / Cobre= C)
1\|_____\| 1 2\|_____\| 2 3\|_____\| 3 4\|_____\| 4 5\|_____\| 5
6\|_____\| 6 7\|_____\| 7 8\|_____\| 8 9\|_____\| 9 10\|_____\| 10
11\|_____\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

8. Banhos Galvânicos
1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9
10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

9. Borax
1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9
10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

10. Fluoretos= Fl / Boratos= Br
1\|_____\| 1 2\|_____\| 2 3\|_____\| 3 4\|_____\| 4 5\|_____\| 5
6\|_____\| 6 7\|_____\| 7 8\|_____\| 8 9\|_____\| 9 10\|_____\| 10
11\|_____\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

Em caso de trabalho domiciliar, indique:

11. Em que local de sua residência você costuma trabalhar na produção das joias e bijuterias? (Esta pergunta pode ter múltiplas respostas)

1. [ ] Comodo separado e exclusivo
2. [ ] Comodo compartilhado
3. [ ] Outro local (especificar):_____

Obs.: Breve detalhamento da(s) área(s) e etapas realizadas em cada área:

12. No cômodo onde você costuma trabalhar, quantas janelas e portas existem?

1. Nº portas _____ Nº janelas_____ (local de trabalho 1)

2. Nº portas _____ Nº janelas_____ (local de trabalho 2)

3. Nº portas _____ Nº janelas_____ (local de trabalho 3)

13. Você costuma deixar tudo aberto ou prefere trabalhar com portas e janelas fechadas? (Indicar o local/locais para cada situação)

1. Tudo aberto [ ] local
2. Tudo fechado [ ] local
3. Portas abertas e janelas fechadas [ ] local
4. Portas fechadas e janelas abertas [ ] local
5. Não há portas e janelas [ ] local
6. De modo variado de acordo com a temperatura e clima do dia [ ] local
7. Outro motivo (Justifique: _____)

14. Quais etapas são realizadas no domicilio e quais moradores da casa participam destas atividades?

(Indicar as atividades executadas e nº (s) do morador(es) que as executa)

15. Quais materiais (ex.: soluções, pós, peças semi-prontas, gás GLP) e equipamentos (ex.: ferro de solda, alicate, banho de níquel, outros banhos) são utilizados nas etapas realizadas no domicílio? (Indicar a etapa conforme descrito na questão 14)

16. Fazem uso de equipamentos de proteção nas atividades realizadas no domicílio? (Indicar a etapa, nº do morador e o tipo de equipamento e frequência de uso: sempre, às vezes, nunca)

17. Durante o trabalho, você nota que há formação/desprendimento de fumaça/vapores/gases?

1. Sim 2. Não 99. NS/NR

Nº pessoa_____ Resp.: _____ Etapa: _____

Nº pessoa_____ Resp.: _____ Etapa: _____

Nº pessoa_____ Resp.: _____ Etapa: _____

Nº pessoa_____ Resp.: _____ Etapa: _____

18. Você que compra os materiais para seu trabalho? (Em caso negativo, indique quem fornece)

1. Sim 2. Não 99. NS/NR Resp.: _____

19. Com relação aos horários e dias de trabalho, informe:

19a. Quais dias da semana cada morador/trabalhador trabalha e quais etapas são realizadas, geralmente?

Nº	Dia da semana							Observação
Pessoa	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	

19b. Quais os horários de trabalho, geralmente?

Nº pessoa____ Dias: _____ Horário: _____

Nº pessoa____ Dias: _____ Horário: _____

20. Onde você joga os restos dos materiais e líquidos utilizados na produção de joias?

Resp.: _____

_____

Exposição ocupacional anterior.

(Para responder as próximas questões, veja o número de identificação dos moradores da residência no questionário 1, questão 12)

1. Quais pessoas que moram nessa residência trabalharam nos setores descritos e por quantos anos? (No campo correspondente ao indivíduo, indicado pelo informante, marque os meses trabalhados)

Indústria (Externo)	Comércio	Prestação de Serviços (Domiciliar)	Outras
1|__| 1	1|__| 1	1|__| 1	1|__| 1
2|__| 2	2|__| 2	2|__| 2	2|__| 2
3|__| 3	3|__| 3	3|__| 3	3|__| 3
4|__| 4	4|__| 4	4|__| 4	4|__| 4
5|__| 5	5|__| 5	5|__| 5	5|__| 5
99|__| NS/NR	99|__| NS/NR	99|__| NS/NR	99|__| NS/NR

2. Quais pessoas que moram em sua casa tiveram contato com produtos químicos no trabalho (Assinalar apenas os moradores que tiveram conforme identificação do morador e por quantos meses tiveram contato com produtos químicos)?

1\|__\| 1 2\|__\| 2 3\|__\| 3 4\|__\| 4 5\|__\| 5 6\|__\| 6 7\|__\| 7 8\|__\| 8 9\|__\| 9 10\|__\| 10 11\|__\| nenhuma 99\|__\| NS/NR

3. Indique quais produtos químicos e que moradores que tiveram contato na ocupação anterior (informe o número do morador e os produtos químicos).

INFORMAÇÕES CURRICULARES

Autora

Ana Paula Sacone da Silva Ferreira

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/9330303615364361
Última atualização do currículo em 23/05/2018

Mestranda em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - USP. Especialista em Gestão de Projetos pela Faculdade SENAI de Tecnologia Ambiental (2014) , Bacharel em Química pela Universidade do Grande ABC (2013) e Técnica Química pelo Colégio Barão de Mauá (2009) com sólidos conhecimentos em Sistemas de Gestão da Qualidade baseados em requisitos legais e Normativos, Ferramentas e Auditoria da Qualidade. Experiência profissional de mais de 9 Anos no segmento Industrial Farmacêutico. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Ana Paula Sacone da Silva Ferreira
Nome em citações bibliográficas	Ferreira, A.P. S.S.;Ferreira, Ana Paula Sacone da Silva;DA SILVA FERREIRA, ANA PAULA SACONE

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2016	Mestrado em andamento em Mestrado em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, FSP/USP, Brasil. Orientador: Kelly Polido Kaneshiro Olympio.
2012 - 2014	Especialização em Gestão de Projetos Formação de Auditor Lider ISO 9. (Carga Horária: 480h). SENAI - Departamento Regional de São Paulo, SENAI/DR/SP, Brasil. Título: Sistemas de Gestão da Qualidade como apoio ao pequeno empreendedor. Orientador: Prof. Esp.Constantino Vlademir Rossi.
2008 - 2011	Graduação em Química Bacharelado. Universidade do Grande ABC, UNIABC, Brasil. Título: Identificação e quantificação de compostos fenólicos na Casca da Mandioca Manihot esculenta.. Orientador: Profª. Drª Nancy Cristina Masson.
2007 - 2008	Curso técnico/profissionalizante em Técnico em Química. Colégio Barão de Mauá, CBM, Brasil.

Formação Complementar

2018 - 2018	Introdução à Programação. (Carga horária: 60h). Instituto de Matemática e Estatística - USP, IME, Brasil.
2018 - 2018	INTRODUÇÃO AO PACOTE ESTATÍSTICO STATA. (Carga horária: 20h). Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, FSP/USP, Brasil.
2017 - 2017	Palestras sobre Práticas de Biossegurança. (Carga horária: 4h). Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, FSP/USP, Brasil.
2016 - 2016	Emory Exposome Summer Course. (Carga horária: 40h). Emory University, EMORY, Estados Unidos.
2016 - 2016	The Exposome: from concept to practice. (Carga horária: 4h). International Society for Environmental Epidemiology, ISEE, Estados Unidos.
2015 - 2015	Inglês. (Carga horária: 110h). ILAC International Language, ILAC, Canadá.
2013 - 2013	

Orientadora

Kelly Polido Kaneshiro Olympio

Endereço para acessar este CV: http://lattes.cnpq.br/5138426222420186
Última atualização do currículo em 19/05/2018

Kelly Polido Kaneshiro Olympio é Professora Associada do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Graduada em Odontologia pela FOA-UNESP (2000), Especialista em Odontologia em Saúde Coletiva pela APCD-Bauru (2002), Mestre em Odontologia em Saúde Coletiva pela FOB-USP (2005) e 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. Membro associado da Society of Toxicology (SOT). 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 expossoma humano. Tem experiência em Odontologia Preventiva, Epidemiologia, Metodologia, Saúde e Ambiente, Toxicologia de metais e do flúor. **(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 P.K.;POLIDO KANESHIRO OLYMPIO, KELLY

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental. Av. Dr. Arnaldo, 715, Segundo Andar, Saúde do Trabalhador Pinheiros 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617121 URL da Homepage: http://www.fsp.usp.br

Formação acadêmica/titulação

2005 - 2009	Doutorado em Saúde Pública (Conceito CAPES 6). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Exposição a chumbo e comportamento anti-social em adolescentes, Ano de obtenção: 2009. Orientador: Wanda Maria Risso Günther. Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil. Palavras-chave: Chumbo; Comportamento anti-social; Adolescente; Saúde Ambiental. Grande área: Ciências da Saúde Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Ambiental. Grande Área: Ciências da Saúde / Área: Farmácia / Subárea: Avaliação e análises toxicológicas. Setores de atividade: Cuidado À Saúde das Populações Humanas.
2003 - 2005	Mestrado em Ortodontia e Odontologia em Saúde Coletiva (Conceito CAPES 5). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Análise da incorporação de flúor no esmalte dentário in vivo após o uso de dentifrícios com concentrações reduzidas de flúor e sua relação com a biodisponibilidade de flúor nestes dentifrícios em comparação com outros comercialmente disponíveis,Ano de Obtenção: 2005. Orientador: Marília Afonso Rabelo Buzalaf. Palavras-chave: dentifrício; esmalte; flúor; biodisponibilidade; saliva. Grande área: Ciências da Saúde Grande Área: Ciências Biológicas / Área: Bioquímica.