

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

MICHELLY RODRIGUES GONÇALVES

ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE METAIS EM AMOSTRAS DE CABELO DE  
CATADORES DE COOPERATIVAS DE RECICLÁVEIS DO DISTRITO FEDERAL

Brasília - DF

2020

MICHELLY RODRIGUES GONÇALVES

ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE METAIS EM AMOSTRAS DE CABELO DE  
CATADORES DE COOPERATIVAS DE RECICLÁVEIS DO DISTRITO FEDERAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vivian da Silva Santos

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Resende Nogueira Cruvinel

Brasília – DF  
2020

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

Ficha catalográfica elaborada automaticamente, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RM623a RODRIGUES GONÇALVES, MICHELLY  
ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE METAIS EM AMOSTRAS DE CABELO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DE COOPERATIVAS DO DISTRITO FEDERAL / MICHELLY RODRIGUES GONÇALVES; orientador VIVIAN DA SILVA SANTOS; co-orientador VANESSA RESENDE NOGUEIRA CRUVINEL. -- Brasília, 2020.  
91 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Farmacêuticas) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Toxicologia. 2. Metais. 3. Catadores de resíduos sólidos. 4. Cabelo. I. DA SILVA SANTOS, VIVIAN, orient. II. RESENDE NOGUEIRA CRUVINEL, VANESSA, co-orient. III. Título.

MICHELLY RODRIGUES GONÇALVES

ANÁLISE TOXICOLÓGICA DE METAIS EM AMOSTRAS DE CABELO DE  
CATADORES DE COOPERATIVAS DE RECICLÁVEIS DO DISTRITO FEDERAL

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências Farmacêuticas pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade de Brasília.

Aprovada em 11 de fevereiro de 2020

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Vivian da Silva Santos

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Dayani Galato - Universidade de Brasília

---

Prof. Dr Rodrigo de Almeida Heringer - Universidade Federal de Goiás

*“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos” (Paulo Belecki).*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu a vida, me acompanhou por toda ela, me deu coragem e forças para chegar até aqui e me proporcionou a fé, que é uma dádiva e me permite acreditar no que para muitos é impossível, sem me deixar desistir apesar de todos os problemas e obstáculos no caminho. A Nossa Senhora, que sempre intercede ao seu filho por mim.

Agradeço à minha família (Ronei, Neide e Camila) por sempre me apoiar, me orientar e me ajudar no que me proponho a fazer, inclusive minha mãe por me ajudar nas coletas e meu pai por me levar a todos os lugares que precisei sem hesitar e minha irmã por sempre ter as palavras certas a dizer quando tudo parecia dar errado.

Aos meus amigos que me deram todo apoio e carinho, me aguentaram falando sobre a dissertação, com toda paciência e dividiram bons e maus momentos comigo. À minha nova amizade e parceira desse ciclo Sílvia Letice, que dividiu o laboratório comigo, me acompanhou, me apoiou e me fez gostar ainda mais da área de perícia.

À minha orientadora Vivian Santos, que me deu a oportunidade de fazer esse projeto e acreditou no meu potencial. À minha coorientadora Vanessa Cruvinel que foi como uma segunda mãe nesse processo, me estendeu espaço para a coleta, me ajudou a resolver os problemas em todas as etapas e me apoiou sempre que precisei. Ao estatístico e professor Eduardo Freitas, que é um excelente profissional e ser humano que além de fazer as análises com toda dedicação me deu todo auxílio necessário nessa etapa.

Ao Steven Verpaele, presidente do laboratório do Centro de Higiene Ocupacional da Bélgica e toda a sua equipe por todo o auxílio prestado e pelas análises amostrais realizadas, e por toda a compreensão.

Aos alunos de extensão do projeto pare, pense e descarte que me auxiliaram no processo de coleta e etiquetagem de amostras, além de todo apoio e amizade.

Ao SLU (Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal) e a SES- DF (Secretaria de Estado de Saúde – DF), pelo fornecimento de informações e autorizações necessárias para realização do projeto.

A todas as cooperativas e catadores aos quais tive acesso, por toda disponibilidade, atenção, compreensão e fornecimento de material e dados.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

À FAP- DF (Fundação de apoio à pesquisa do Distrito Federal) pela aprovação e financiamento do projeto.

Aos profissionais da polícia civil que me receberam de portas abertas na fase de pesagem e aos alunos de extensão do projeto pare, pense e descarte que me ajudaram muito no processo de coleta.

À todos vocês meus mais sinceros agradecimentos!

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE QUADROS E TABELAS .....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT .....	X
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 METAIS, IMPORTÂNCIA E TOXICIDADE .....	3
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS, CATADORES E CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS.....	9
2.3 CABELO E SUA FISIOLÓGIA .....	11
2.4 CABELO E METAIS PESADOS .....	14
2.5 ESTUDOS DE ANÁLISE DE METAIS EM AMOSTRA DE CABELO ENTRE 1973 E 2018 .....	17
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
4.1 RESUMO DOS PROCESSOS METODOLÓGICOS .....	21
4.1.1 <i>Cálculo amostral</i> .....	21
4.1.2 <i>Entrevistas</i> .....	21
4.1.3 <i>População, critérios de exclusão e amostras utilizadas na análise</i> .....	22
4.1.4 <i>Tipo de Estudo</i> .....	23
4.1.5 <i>Coleta e preparação das amostras</i> .....	23
4.1.6 <i>Corte e pesagem das amostras</i> .....	24
4.1.7 <i>Digestão das Amostras</i> .....	25
4.1.8 <i>Diluição das Amostras</i> .....	28
4.1.9 <i>Análise no equipamento de espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS)</i> .....	28
4.1.10 <i>Análise estatística</i> .....	30
4.1.11 <i>Aspectos éticos</i> .....	31
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
5.1 DESCRIÇÃO DE OBTENÇÃO E USO DOS DADOS .....	31
5.2 TESTE DE EXATIDÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE (ICP-MS).....	35
5.3 CONCENTRAÇÕES MEDIANAS DE METAIS POR ICP-MS .....	36
5.4 CORRELAÇÃO ENTRE O TEMPO DE CATAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE METAIS NO CABELO E COMPARAÇÃO ENTRE REGIÕES .....	41
5.5 CONCENTRAÇÃO DE METAIS POR SEXO .....	43
5.6 DOENÇAS AUTODECLARADAS .....	44
5.6.1 <i>Diabetes ou Glicemia alta</i> .....	46
5.6.2 <i>Problemas dermatológicos</i> .....	47
5.6.3 <i>Hipertensão</i> .....	49
5.6.4 <i>Depressão</i> .....	51
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>54</b>

<b>7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>55</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>9. APÊNDICES E ANEXOS .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>75</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

ALA - ácido 5-aminolevulínico  
As- Arsênio  
Ba- Bário  
Be- Berílio  
CBD- Doença crônica do berílio  
Cd- Cádmio  
CD<sup>4+</sup>- Molécula que se expressa na superfície de algumas células T  
Co- Cobalto  
Cu- Cobre  
DNA- Ácido desoxirribonucleico  
DPOC- Doença pulmonar obstrutiva crônica  
DP- Doença de Parkinson  
EPI- Equipamento de proteção individual  
EROS- Espécies reativas de oxigênio  
FCE- Faculdade de Ceilândia  
HLA-DP - Antígeno leucocitário humano com codificador de MHC de classe 2 (DP)  
ICP-MS- Espectrômetro de massas com plasma indutivamente acoplado  
IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
IUPAC- União Internacional da Química Pura e Aplicada  
MHC- Complexo principal de histocompatibilidade  
Mn- Manganês  
Mo- Molibdênio  
Nfr2- Fator nuclear eritroide 2 relacionado ao fator 2  
OHs – radicais hidroxila  
Pb- Chumbo  
QROIs – intermediários de oxigênio  
ROS- Oxigênio reativo  
SCIA- Setor Complementar de Indústria e Abastecimento  
SLU- Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal  
Sn – Estanho  
SNC- Sistema Nervoso Central  
TCD4<sup>+</sup>- Linfócito produzido no Timo com a molécula CD4<sup>+</sup>  
TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido  
UNB- Universidade de Brasília  
V - Vanádio  
Zn- Zinco

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Anatomia do cabelo com foco em suas duas partes: folículo piloso e haste capilar....	12
<b>Figura 2.</b> Anatomia do folículo piloso com suas células (melanócitos e queratinócitos) e divisão interna da haste capilar (medula, córtex e cutícula). .....	13
<b>Figura 3.</b> Localização da queratina no cabelo. ....	13
<b>Figura 4.</b> Metodologia da literatura para os processos de preparação e análise das amostras....	21
<b>Figura 5.</b> Imagem do procedimento que deve ser adotado para a coleta de amostra segundo a literatura.....	24
<b>Figura 6.</b> Procedimento que foi adotado para a coleta de amostra no Centro de Saúde número 4 e nas cooperativas, entre agosto de 2017 e março de 2018.....	24
<b>Figura 7.</b> Etiqueta de identificação dos tubos falcon utilizados na coleta e armazenamento das amostras.....	24
<b>Figura 8.</b> Procedimento de pesagem das amostras com corte dos 3 cm mais próximos a raiz de cada mecha, realizado no laboratório do Instituto de Criminalística da polícia civil do DF.....	25
<b>Figura 9.</b> Amostras separadas por pares de cabelo e unha durante procedimento de pesagem em tubos falcon de 15 mL e restante das amostras de cabelo nos tubos falcon de 50 mL.....	25
<b>Figura 10.</b> Digestor utilizado com capacidade para 42 vasos, do modelo ETHOS EASY .....	26
<b>Figura 11.</b> Vasos onde as amostras e o ácido nítrico foram colocados para inserção no equipamento digestor.....	27
<b>Figura 12.</b> Amostra de cabelo após a digestão, amarela pelo ácido nitroso produzido.....	27
<b>Figura 13.</b> Rampa de aquecimento produzida pelo equipamento digestor, mostrando temperatura, tempo e pressão envolvidas no processo .....	27
<b>Figura 14.</b> Amostras sobre estante após o processo de diluição, ponteiros descartadas após o uso e Becker com água miliq .....	28
<b>Figura 15.</b> Modelo do equipamento ICP-MS, da marca Thermo Scientific, utilizado para análise das amostras no <i>laboratório do Centro de Higiene Ocupacional</i> da Universidade de Ghent, na Bélgica. ....	30
<b>Figura 16.</b> Caixas de fibra de papelão para 49 tubos falcon, da marca Global Trade, utilizadas para envio das amostras para o <i>laboratório do Centro de Higiene Ocupacional</i> da Universidade de Ghent, na Bélgica.. ....	30
<b>Figura 17.</b> Esteira para separação do lixo orgânico e galpão para separação do lixo seco na cooperativa Cataguar. ....	32

<b>Figura 18.</b> Aterro do Jóquei no SCIA e catadores trabalhando no momento da foto.....	32
<b>Figura 19.</b> Galpão de trabalho das cooperativas Construir e Cortrap na região do SCIA.....	32
<b>Figura 20.</b> Local de trabalho das cooperativas Acapas e Recicla Brasília na Asa Norte- DF (não têm galpão de trabalho apesar de parecer na foto) .....	33
<b>Figura 21.</b> Regiões administrativas com localização das cooperativas onde as amostras foram coletadas .....	33
<b>Figura 22.</b> Divisão das cooperativas em duas regiões: região 1 – cooperativas com galpões em qualquer região administrativa e região 2 - cooperativas com trabalho feito a céu aberto no lixão da Estrutural e no SCIA.....	34
<b>Gráfico 1.</b> Retorno da revisão bibliográfica de estudos que utilizaram cabelo como matriz, dividida em categorias (1973-2018).....	15
<b>Gráfico 2.</b> Retorno da revisão bibliográfica de estudos que avaliaram metais e utilizaram cabelo como matriz, em categorias (1973-2018).....	15
<b>Gráfico 3.</b> Divisão dos catadores por sexo e mediana de idade e o número de catadores entre grupos .....	35
<b>Gráfico 4.</b> Tempo de catação categorizado por faixas de tempo e entre regiões.....	42
<b>Gráfico 5.</b> Divisão por sexo e mediana de idade e comparação entre grupos .....	43

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1.</b> Materiais encaminhados para reciclagem e quais metais podem conter .....	11
<b>Quadro 2.</b> Condições de funcionamento do digestor .....	26
<b>Quadro 3.</b> Condições da análise no ICP-MS.....	29
<b>Quadro 4.</b> Dweel time por elemento (tempo de espera).....	29
<b>Tabela 1.</b> Catadores presentes na lista do SLU 2017, número de amostras coletadas, excluídas e analisadas por cooperativa.....	22
<b>Tabela 2.</b> Resultados obtidos pela técnica de ICP-MS no material de referência certificado ERM-DB001 (cabelo humano) do Institute for Reference Materials and Measurements of the European Commission's Joint Research Centre. Os valores, dados em $\mu\text{g/g}$ são a média para cada metal.	35
<b>Tabela 3.</b> Concentração de elementos químicos em cabelo em $\mu\text{g/g}$ representada como mediana $\pm$ intervalo interquartil, a comparação entre regiões do Distrito Federal e com os valores de concentração da literatura.....	36
<b>Tabela 4.</b> Correlação do tempo de catação e concentração de metais .....	42
<b>Tabela 5.</b> Valores medianos das concentrações de metais nos cabelos dos catadores, por sexo..	44
<b>Tabela 6.</b> Distribuição percentual de doenças autodeclaradas.....	45
<b>Tabela 7.</b> Razões de prevalência para ocorrência de glicose ou glicemia alta relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação.....	46
<b>Tabela 8.</b> Razões de prevalência para ocorrência de problemas dermatológicos relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação.....	48
<b>Tabela 9.</b> Razões de prevalência para ocorrência de hipertensão relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação .....	49
<b>Tabela 10.</b> Razões de prevalência para ocorrência de depressão relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação .....	51

## RESUMO

GONÇALVES, MICHELLY. **Análise toxicológica de metais em amostras de cabelo de catadores de cooperativas de recicláveis do distrito federal.** Brasília, 2019. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

Alguns metais são importantes para o organismo e outros não tem função orgânica estabelecida, mas ambos podem ter efeitos tóxicos, o que torna relevante sua investigação e principalmente entre populações possivelmente expostas, como os catadores de materiais recicláveis, que é uma profissão digna e importante para a saúde ambiental e para toda a sociedade. O Distrito Federal sediou por quase 60 anos o maior lixão da América Latina e segundo maior do mundo. Nele trabalhavam cerca de 2000 catadores. Este estudo, do tipo transversal analítico, teve como objetivo detectar metais em amostras de cabelo de catadores do DF. Essa matriz é muito usada atualmente para detecção de metais, na área clínica e forense. A coleta das amostras foi realizada no período de agosto de 2017 à março de 2018, sendo parte no centro de saúde número 4 da cidade Estrutural – DF e parte nas próprias cooperativas de reciclagem do Distrito Federal, resultando em 27 cooperativas e 628 amostras de ambos os sexos e maioria feminina (69,09%), que após as exclusões, totalizaram 317 amostras de catadores com média de idade de 42,3 anos. Então estas foram pesadas, digeridas, diluídas e analisadas em ICP-MS. Os resultados obtidos nos cálculos de mediana, mostraram uma concentração pelo menos duas vezes maior de manganês (Região 1=  $2,56 \pm 2,36$ ; Região 2=  $2,08 \pm 2,41$ ), vanádio (Região 1=  $0,15 \pm 0,21$ ; Região 2=  $0,23 \pm 0,28$ ) e molibdênio (Região 1=  $0,18 \pm 0,19$ ; Região 2=  $0,19 \pm 0,24$ ) nas amostras em relação a maior concentração encontrada na literatura (Mn= 0,016-0,57; V= 0,001-0,051; 0,01-0,028) . Mn e V são metais que apesar de essenciais possuem toxicidade importante e mais evidente de forma crônica, mas que não se pode inferir com certeza que a contaminação é devido a fatores externos. O tempo de catação não teve relação direta com as concentrações de metais no cabelo. Com relação a doenças o Vanádio e o Molibdênio mostraram associação direta com a depressão ( $p=0,0169$ ) ( $p=0,0203$ ), comprovada pela literatura e o tempo de catação influenciou na ocorrência de depressão ( $p=0,0092$ ) e hipertensão ( $p=0,0414$ ). Concluiu-se, portanto, que a toxicologia de metais é uma área de estudo de grande interesse e importância e que merece mais atenção pelas políticas públicas e pesquisadores, especialmente para populações expostas a contaminação, como a tratada neste estudo.

**Palavras-chave:** Catadores, Resíduos sólidos, Metais, Cabelo, Toxicologia

## ABSTRACT

GONÇALVES, MICHELLY. **Toxicological analysis of metals in hair samples from recyclable cooperative collectors in the federal district.** Brasília, 2019. Master's Dissertation in Pharmaceutical Sciences - Faculty of Health Sciences, University of Brasília, Brasília, 2019.

Some metals are important for the organism and others have no established organic function, but both can have toxic effects, which makes their research relevant and especially among possibly exposed populations, such as recyclable material collectors, which is a dignified and important profession for environmental health and for the whole society. The Federal District hosted for almost 60 years the largest dump in Latin America and the second largest in the world. About 2000 waste pickers worked on it. This cross-sectional analytical study aimed to detect metals in hair samples from scavengers in the Federal District. This matrix is widely used today for metal detection, in the clinical and forensic areas. Sample collection was carried out from August 2017 to March 2018, being part of the health center number 4 in the city Structural - DF and part of the recycling cooperatives of the Federal District, resulting in 27 cooperatives and 628 samples of both the sexes and the majority of women (69.09%), which after the exclusions, comprised 317 samples from collectors with an average age of 42.3 years. So these were weighed, digested, diluted and analyzed by ICP-MS. The results obtained in the median calculations showed a concentration at least twice as high of manganese (Region 1 =  $2.56 \pm 2.36$ ; Region 2 =  $2.08 \pm 2.41$ ), vanadium (Region 1 =  $0.15 \pm 0.21$ ; Region 2 =  $0.23 \pm 0.28$ ) and molybdenum (Region 1 =  $0.18 \pm 0.19$ ; Region 2 =  $0.19 \pm 0.24$ ) in the samples in relation to the highest concentration found in literature (Mn = 0.016-0.57; V = 0.001-0.051; 0.01-0.028). Mn and V are metals that, despite being essential, have important toxicity and are more evident in a chronic form, but it cannot be inferred with certainty that the contamination is due to external factors. Work time was not directly related to the metal concentrations in the hair. With regard to diseases, Vanadium and Molybdenum showed a direct association with depression ( $p = 0.0169$ ) ( $p = 0.0203$ ), confirmed by the literature and the time of picking influenced the occurrence of depression ( $p = 0.0092$ ) and hypertension ( $p = 0.0414$ ). It was concluded, therefore, that the toxicology of metals is an area of study of great interest and importance and that deserves more attention by public policies and researchers, especially for populations exposed to contamination, such as the one treated in this study.

**Keywords:** Waste Pickers, Solid Waste, Metals, Hair, Toxicology

## 1. INTRODUÇÃO

A profissão de catador de material reciclável surgiu devido ao desenvolvimento industrial, o aumento do consumo de produtos e o crescimento das cidades, pois os materiais que eram descartados de forma inadequada, sobrecarregando os aterros, poderiam ainda ser reciclados, e onde estava um problema de sustentabilidade, este profissional encontrou a solução para sua subsistência (MARTINS, 2011).

A catação é um trabalho extremamente digno, mas ao mesmo tempo muito degradante e cansativo e esses trabalhadores encontram nesta profissão uma forma para sua sobrevivência e de manter a família. A dura realidade do desemprego na sua vivência, faz com que tais sujeitos encontrem alternativas de escapar da triste condição de excluídos e marginalizados mediante a coleta seletiva de materiais recicláveis, trabalho árduo, que muitas vezes passa despercebido pela sociedade (MARTINS, 2011).

A importância desse ofício leva à necessidade de estudos que melhorem as condições sob as quais ele é realizado e para diminuir os riscos à saúde dos expostos, pois os mesmos podem se contaminar pelo contato com os materiais ou mesmo pelo ar e o solo, sendo que o lixo urbano e sedimentos de esgotos contribuem negativamente para a contaminação e exposição (ROCHA, 2009). Os metais tóxicos Chumbo, Mercúrio e Cádmio não são essenciais, são potenciais causadores de problemas de saúde, inclusive para essa população e pode ser prejudicial em qualquer concentração, além de se bioacumularem ao longo da cadeia alimentar. A exposição a metais tóxicos pode causar desde alergias, vômito, diarreia aguda e até problemas crônicos e mais graves como hipertensão, diabetes e até mesmo danos no SNC. Não só os metais tóxicos supracitados, mas os metais essenciais também podem causar efeitos tóxicos quando em excesso, tanto agudos quanto crônicos (PASCALICCHIO, 2002; REDDY et al., 2010; JAISHANKAR et al., 2014).

As amostras mais utilizadas para análise de metais são sangue, plasma e urina, mas estas possuem desvantagens, onde se incluem a detecção de apenas concentrações agudas e coleta mais complicada. Levando isso em consideração atualmente as matrizes alternativas, como o cabelo, unha, saliva e dentes estão em evidência (PROTANO et al., 2019).

O cabelo é uma amostra bastante utilizada atualmente para análise de drogas e metais pois revela contaminações no organismo e possui diversas vantagens, como a cronologia da exposição, reflete um ótimo tempo e é de fácil coleta e manuseio, não necessita de refrigeração, mas possui desvantagens por conta das características do cabelo humano, da falta de procedimentos de análise e controle de qualidade padronizados podendo assim, haver interferências nos resultados, além da interferência de fatores externos (POZEBON, DRESSLER, CURTIUS, 1999; COOPER et al.,

2012; BORDIN et al., 2015).

Essa matriz tem diversos usos tanto na área forense, quanto na área clínica. Na área clínica pode ser usada para investigar abuso de drogas, doping esportivo, efeitos sobre a saúde no geral, estado nutricional e na área forense pode ser utilizada para investigar e resolver crimes, pois detecta possíveis envenenamentos, mesmo depois de longos períodos por não se degradar facilmente (POZEBON, DRESSLER, CURTIUS, 1999).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Metais, importância e toxicidade

De acordo com o dicionário de língua portuguesa, os metais são elementos químicos que apresentam um brilho característico quando polidos; são bons condutores de calor e eletricidade, podem fundir-se e geralmente são maleáveis ou dúcteis. E são definidos como pesados quando possuem números atômicos de médio a alto (METAL, 2019).

As definições para metais pesados de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) são variadas, e podem ser divididas entre as que levam em consideração: a densidade:  $> 6 \text{ g/cm}^3$  e as que observam o peso atômico alto, que deve ser maior que o do sódio e reagir com ácidos graxos, ou ser maior que 40 e se bioacumular ou maior que o do cálcio, ou ainda entre 21 e 92. Deve-se ainda observar que nesta definição todos devem possuir propriedades químicas e toxicidade semelhantes (DUFFUS, 2002).

Alguns metais possuem diversas funções importantes no organismo e em seu metabolismo quando em pequenas quantidades, sendo classificados como essenciais. No entanto, os não essenciais geralmente são tóxicos, pois não desempenham nenhuma função biológica conhecida (LAVRADAS, 2012).

Dois fatores devem ser levados em consideração para avaliar a toxicidade de um metal: sua forma química (elementar, orgânica ou inorgânica) e a sua capacidade de ligação. Esses fatores podem afetar diretamente a biodisponibilidade desses metais, sendo que as formas orgânicas geralmente são lipofílicas e, portanto, podem atravessar membranas biológicas (parede gastrointestinal, placenta, barreira hematoencefálica) e são as principais a causar neurotoxicidade. As formas inorgânicas são as principais causadoras de toxicidade renal. É importante também a especiação química (identificação e quantificação das espécies químicas sob as quais um elemento pode ocorrer) para a determinação da toxicidade, já que cada espécie pode ter efeitos diferentes (DUFFUS, 2002; LAVRADAS, 2012).

A toxicidade dos metais pesados é bastante relevante, pois estes podem danificar toda e qualquer atividade biológica, estando entre as mais relevantes, a modificação da atividade dos sistemas enzimáticos, que leva a interrupção do equilíbrio homeostático. Por exemplo, Cd e Pb podem mimetizar Ca e Fe em suas funções. Portanto, o chumbo pode substituir o ferro na estrutura das ferroquelatases, interrompendo a incorporação de ferro na formação de hemoglobina. Além disso, a absorção gastrointestinal de Pb é aumentada em condições de falta de Fe, pois o primeiro compete com o último pela ligação à ferritina intestinal. De forma semelhante, quando o suprimento de cálcio se encontra baixo ocorre estimulação da síntese de

proteínas ligantes deste metal no trato gastrointestinal, que também podem absorver Cd e Pb. Devido as enzimas ligantes serem específicas para cada tecido e órgão, existem consideráveis diferenças de sensibilidade entre eles. Também é possível notar diferenças na ação das enzimas entre experimentos *in vivo* e *in vitro*, entre espécies e entre respostas típicas de envenenamento clínico (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

Esses complexos de metal-proteína funcionam como um reservatório temporário de metais essenciais, transportando-os até o local de ação e assim contribuem como desintoxicantes por limitar o excesso de metais livres circulantes. Quando os metais livres ficam em excesso podem provocar estresse oxidativo ao induzir a formação de espécies reativas de oxigênio (EROS). Exemplos típicos dessas proteínas reservatório são: calmodulina para Cálcio (Ca), ferritina e transferrina para Ferro (Fe), ceruloplasmina para Cobre (Cu) e metalotioneína para Cobre (Cu), Mercúrio (Hg), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn), sendo que a metalotioneína também atua como facilitadora da excreção de metais pesados. Os efeitos toxicológicos agudos são os mais pronunciados e vistos em uma intoxicação por metais, no entanto, os efeitos a longo prazo necessitam de atenção (SILVA; GONÇALVES, 2010; ATRIAN; CAPDEVILA, 2013).

O Alumínio (Al) não tem mecanismos de toxicidade em humanos elucidados, é um metal não essencial e não apresenta efeitos agudos importantes entretanto, efeitos crônicos e neurotóxicos são evidenciados como Alzheimer e câncer (DRAGO et al., 2008), sendo que em animais pode afetar a permeabilidade da barreira hematoencefálica, a atividade colinérgica, as vias de transdução de sinal, pode desencadear peroxidação lipídica, prejuízo no ciclo glutamato-glutamina, e causar interferência no metabolismo de elementos essenciais (ATSDR, 1999; POHL; RONEY; ABADIN, 2016; ).

Drago et al (2008) concluiu em seu estudo que o agrupamento de proteínas beta amiloides com alumínio (Al -  $\beta$  amiloide) produz efeitos tóxicos celulares significativamente maiores do que os obtidos com agrupamento destas entre si. Além disso, esse complexo organometálico estável aumenta a hidrofobicidade da superfície da molécula proteica dramaticamente devido a produção de alterações conformacionais, levando à maior permeabilidade na barreira hematoencefálica, e por consequência a doenças como Alzheimer.

O Arsênio (As) provoca inibição da respiração celular e se observa um grande acúmulo deste em mitocôndrias comprometendo funções do metabolismo das proteínas devido a sua afinidade pelos grupamentos sulfidrilas presentes nas estruturas proteicas, resultando na formação de espécies reativas de oxigênio (EROS), que podem causar mutações no DNA e em última análise, desempenham um papel no desenvolvimento do câncer. No nível bioquímico, o arsênio inorgânico no estado pentavalente pode substituir o fosfato em várias reações. No

estado trivalente, o arsênio inorgânico e orgânico (metilado) pode reagir com tióis críticos nas proteínas e inibir sua atividade. Os principais efeitos agudos são dermatoses, que podem levar ao desenvolvimento de câncer de pele e doença de Bowen (carcinoma espinocelular in situ). Cronicamente pode haver efeitos no sistema nervoso, no coração e na circulação sistêmica, alterações hematológicas como anemia e leucopenia e câncer em órgãos como pulmões, bexiga, rins e fígado) (HUGHES, 2002; FOWLER et al., 2007).

O bário (Ba) é um antagonista competitivo do canal de potássio que bloqueia o efluxo passivo do potássio intracelular, fazendo com que o potássio de compartimentos extracelulares entre nas células, o que resulta em uma diminuição do potencial de membrana de repouso, tornando as fibras musculares eletricamente inexcitáveis e causando paralisia. Cronicamente os efeitos mais importantes desse metal são hipertensão, irritação das vias aéreas e danos ao fígado, baço e medula óssea. As pessoas com maior risco de exposição são as que trabalham em indústrias que fazem ou usam compostos de bário, normalmente pelo ar. Locais de deposição de resíduos perigosos também podem ser fonte de exposição por respiração de poeira, alimentação de solo ou plantas, ou água potável que é poluída com bário (ROZA, 1971; MATTA, 2013; ASTDR, 2007).

O berílio (Be), agindo como um hapteno, interage com as células apresentadoras de antígenos nos pulmões. Quando associado à classe de moléculas histocompatibilidade tipo 2 (MHC) é reconhecido pelo receptor de células T com o ajuda de moléculas CD4 +. Essa interação desencadeia a ativação de linfócitos T CD4 + e proliferação. Apenas certas moléculas HLA-DP (receptor de superfície celular para antígenos) permitem que a apresentação do Be seja especificada nas células T CD4 + clones. Mortes foram descritas após a inalação aguda deste metal e cronicamente mais presentes, a doença crônica de berílio (CBD), doença pulmonar crônica, granulomatose e, por último, a beriliose, que é o problema de saúde mais comum causado pela exposição ao berílio (FOWLER et al., 2007).

O cádmio (Cd) induz lesão tecidual por estresse oxidativo, alterações epigenéticas na expressão do DNA, inibição ou regulação positiva das vias de transporte, particularmente no segmento S1 proximal do túbulo renal. Além disso, pode competir na ação fisiológica de Zn ou Mg, inibir a síntese de heme e comprometer a função mitocondrial, potencializando a indução de apoptose, pode provocar a depleção de glutathione, assim como distorção estrutural de proteínas devido à ligação de Cd aos grupos sulfidril. Pode ter seus efeitos ampliados pela interação com outros metais tóxicos, como Pb e As e possivelmente melhorados por Zn ou Se e por fatores que aumentam os níveis de Nrf2 (fator nuclear eritróide 2 - regulador da resistência celular aos oxidantes). É um xenobiótico que ocorre naturalmente. Na exposição ocupacional

está presente na galvanoplastia, liga de cádmio e produção de baterias, solda de cádmio e pigmentos (FOWLER et al., 2007; BERNHOFTa, 2013).

Além disso, esse metal pode contaminar o ar por meio de partículas suspensas de indústrias ou por meio do fumo. Em partículas em suspensão este pode alcançar os seres humanos depois de entrar no solo, água, plantas e tecidos de animais. A fonte mais importante de exposição ao cádmio é o tabaco e em grandes exposições inalatórias agudas pode produzir lesão pulmonar aguda, enquanto exposições crônicas são nefrotóxicas e epidemiologicamente ligadas ao enfisema, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), desmineralização óssea e problemas cardiovasculares, cuja gravidade é proporcional ao tempo e à intensidade da exposição. As concentrações de fundo dele no cabelo são geralmente inferiores a 0,5-0,8 ppm. Pode ter um papel como marcador substituto da interação humana com a contaminação ambiental (MOOD, 2007; CARDOSO, 2001; TAVAKKOLI, 2016).

O chumbo (Pb) não tem o mecanismo de toxicidade totalmente esclarecido, mas existem possibilidades: a) Interferência no funcionamento das membranas celulares e enzimas, formando complexos estáveis com ligantes contendo enxofre, fósforo, nitrogênio ou oxigênio (grupos -SH, -H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>, -NH<sub>2</sub>, -OH); b) interfere na síntese do heme, o que pode prejudicar o metabolismo energético no sistema nervoso. Além disso, ALA, que se acumula como ALAD quando inibido, é neurotóxico, mesmo com o fato de que esse metal se liga a proteínas no tecido cerebral, podendo aliviar a inibição do ALAD; c) Perturba o ciclo do cálcio intracelular e altera a liberabilidade das reservas de organelas, como retículo endoplasmático e mitocôndrias; d) Inibe eventos dependentes de cálcio como a liberação de neurotransmissores e receptores ionóforos acoplados em neurônios glutamatérgicos); e) Aumenta a dependência do cálcio em proteínas, como a cinase C, calmodulina e em canais iônicos dependentes de cálcio. E todos esses processos podem ocorrer simultaneamente aumentando a toxicidade (MOREIRA; MOREIRA, 2004; FOWLER et al., 2007).

Efeitos gastrointestinais e renais ocorrem com frequência de forma aguda, e seus principais efeitos crônicos são no sistema nervoso como a encefalopatia (que também pode ocorrer agudamente com menor gravidade), sendo que nas crianças, os efeitos são críticos nessa área, enquanto que nos adultos com exposição ocupacional excessiva, ou mesmo acidental, os efeitos mais visíveis são com a neuropatia periférica e a nefropatia crônica, além de óssea e até mesmo no sistema reprodutor e os desvios na síntese da heme que são considerados como efeitos tóxicos críticos. Os exemplos são anemia, hipertensão, entre outros (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

O cromo (Cr) é um metal essencial em pequenas quantidades, pois a sua forma trivalente

pode ser um suplemento nutricional em humanos e animais e faz parte do metabolismo da glicose, apesar do mecanismo ainda não ser bem elucidado. Em concentrações mais altas apresenta toxicidade e os mecanismos envolvidos são a imitação, pois no pH fisiológico o cromo hexavalente, a forma toxicologicamente mais importante, se assemelha ao fosfato e sulfato porque existe como um ânion com carga -2, o  $\text{CrO}_4^{-2}$ , então é confundido pelo sistema de transporte e se acumula nas células, dentro das mesmas ocorre a redução desse metal que depende do pH e geralmente ocorre muito mais rápido em pH ácido e do nível do agente redutor (ácido ascórbico, glutatona e cisteína). Quanto mais rápido esse processo, mais cromo trivalente é produzido e quanto mais lento, maior produção dos intermediários Cromo tetravalente e pentavalente. A toxicologia desse metal na forma hexavalente é relacionada a reação desses intermediários com proteína e DNA (BARCELOUX, 1999; FOWLER, 2007).

A ingestão aguda desse metal causa gastroenterite aguda, necrose hepática, necrose tubular com insuficiência renal e diversos outros problemas no sistema digestivo e metabólico, coagulopatia grave ou hemólise intravascular e se o paciente sobreviver à fase inicial do choque, a insuficiência hepática e renal ainda pode se desenvolver dentro de 1–2 dias. Na exposição crônica pode causar conjuntivite, lacrimação, irritação da garganta, rinite, epistaxe, ulceração ou perfuração do septo nasal e dermatite de contato, disfunção renal e câncer (BARCELOUX, 1999).

O ferro (Fe), nas suas formas Fe (II) é eficiente doador de elétrons e Fe (III) aceitador de elétrons tem potencial redox compatível com as restrições do ambiente celular, isso o torna fundamental para muitas reações bioquímicas, sendo um mineral e nutriente essencial. A sua toxicidade é principalmente baseada em reações específicas, onde quantidades catalíticas de ferro são suficientes para produzir radicais hidroxila (OHs) do superóxido ( $\text{O}_2\text{S}$ ) e peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), conhecidos como intermediários de oxigênio Q (ROIs), e são subprodutos inevitáveis de respiração aeróbica e surgem pela redução incompleta de dióxido de carbono nas mitocôndrias. O ferro ativo redox catalisa a geração não apenas de radicais hidroxila, mas também de reativos orgânicos espécies como peroxil (ROOS), alcoxil (ROS), tiilo (RS), ou tiil-peroxil (RSOS), o ferro heme também pode catalisar a formação de radicais, principalmente via formação de intermediários de oxoferryl) e o ferro ferroso gera espécies reativas de oxigênio por meio de interação com o próprio oxigênio (PAPANIKOLAOU; PANTOPOULOS, 2005; VALKO; MORRIS; CRONIN, 2005).

Esse metal, como vários outros, age como um catalisador na produção de radicais livres, que por consequência pode gerar doenças como arteriosclerose e doenças cardíacas isquêmicas. Podem ser geradas também, doenças neurodegenerativas associadas com o metabolismo

anômalo do ferro como neuroferritinopatia, aceruloplasminemia e manganismo (KLAASSEN; WATKINS, 2012). Este metal é essencial e tem grandes demandas no cérebro, pois ele está envolvido na respiração mitocondrial, na síntese de DNA, de neurotransmissores e mielina. O comprometimento da homeostasia celular de metais pode iniciar o processo de neurodegeneração por vários mecanismos, onde o estresse oxidativo figura como o mais compreendido até o momento. Não obstante, outros mecanismos estão relacionados como a diminuição da produção de metaloproteínas, a ativação microglial, levando a neuroinflamação, além da agregação e formação de emaranhados neurofibrilares de alpha-sinucleína (CALOU; CERQUEIRA; SIQUEIRA, 2015)

O manganês (Mn) é um elemento essencial ao organismo em baixas quantidades, no entanto quando em doses elevadas apresenta alta toxicidade, sendo o alvo principal, o cérebro, com redução de dopamina por mecanismos ainda não conhecidos (SCINICARIELLO et al., 2007). De forma aguda, não possui efeitos toxicológicos consideráveis e Wegrzynowicz et al (2013) citou que a exposição prolongada, ocupacional ou ambiental ao manganês, leva ao manganismo caracterizado por sintomas semelhantes aos observados na doença de Parkinson (DP) e concluiu que houve alterações em proteínas responsáveis pela síntese da glicose e, conseqüentemente, do glutamato (GLU), pois esse neurotransmissor não atravessa a barreira hematoencefálica e por isso deve ser sintetizado no tecido nervoso a partir da glicose e outros precursores.

O mercúrio (Hg) em todas as suas formas pode causar danos bioquímicos aos tecidos e genes por meio de diversos mecanismos, como interromper a homeostase intracelular do cálcio, interromper o potencial de membrana, alterar síntese protéica, alterando a estrutura terciária e quaternária e ligando-se aos grupamentos sulfidril e seleno-hidril e causar a interrupção das vias excitatórias de aminoácidos no sistema nervoso central, além de dano mitocondrial, peroxidação lipídica, destruição de microtúbulos e acúmulo neurotóxico de serotonina, aspartato e glutamato. O principal órgão-alvo do vapor de mercúrio é o cérebro, mas funções nervosas periféricas e em outros órgãos e dermatites foram descritas (BERNHOFt; PATRICK, 2002).

É um xenobiótico usado na produção de cloralcalis, alguns comutadores, fluorescentes, lâmpadas e algumas baterias. Exposições agudas ao mercúrio na forma elementar podem produzir lesão pulmonar aguda, enquanto exposições crônicas podem produzir disfunção renal e neuropatia. (FOWLER et al., 2007).

O vanádio (V) induz toxicidade por funcionar como um análogo de fosfato e interfere em várias ATPases, fosfatases e enzimas de transferência de fosfato. Inibe principalmente a

Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATPase. Além de estimular outras enzimas e mimetizar a insulina, tendo a capacidade de aumentar a absorção e oxidação da glicose e a síntese de glicogênio, e a capacidade de induzir a proliferação celular (ASTDR, 2007). Os principais efeitos desse metal são irritação dos olhos e do trato respiratório, levando a rinites, hemorragia nasal, conjuntivite, dor de garganta e no peito. Cronicamente foi notado que pacientes depressivos possuem maior concentração e foi relacionado a depressão maníaca, além de déficits cognitivos (BARTH, A. W. S. et al., 2002)

O molibdênio (Mo) possui mecanismo da toxicidade mal estabelecido. Existem algumas indicações de que o modo de ação pode envolver a utilização alterada do cobre; no entanto, é provável que outros mecanismos, incluindo alterações diretas de molibdênio, estejam envolvidos. Não existem muitas informações disponíveis sobre a toxicidade humana do molibdênio, mas há relatos de uma síndrome semelhante à gota e pneumoconiose (ASTDR, 2017; BARCELOUX, D. G.; BARCELOUX, D., 1999).

## **2.2 Resíduos sólidos, catadores e contaminação por metais pesados**

Segundo estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2013) são 400 mil catadores de resíduos sólidos em todo o Brasil e se somados os membros das famílias, chegam a 1,4 milhão de brasileiros que sobrevivem da separação e venda de material reciclável encontrado no lixo. No Distrito Federal são quatro mil pessoas envolvidas diretamente na coleta seletiva na modalidade de organização em associações e cooperativas e entre estas são contratadas pelo SLU vinte e duas cooperativas com mil duzentos e sessenta e nove catadores no total (CRUVINEL et al., 2017; SLU, 2019a).

No Distrito Federal, no ano de 2014 foram produzidas cerca de 8.500 toneladas de lixo diariamente, sendo cerca de 2.500 toneladas de resíduos sólidos urbanos e mais de 6.000 toneladas resultantes da construção civil. Neste ano, da quantidade de lixo produzida pelas residências e comércio apenas 5,00% era reciclada, e desse montante surgiram os catadores de materiais recicláveis, responsáveis pela triagem e separação dos resíduos (CRUVINEL et al., 2017).

Em 2017 foram produzidas 829.229 toneladas de resíduos sólidos domiciliares e de varrição e o índice de resíduos sólidos reciclados subiu para 10,72%, sendo quatro cooperativas de catadores foram contratadas pelo SLU para realizar a coleta em cinco regiões administrativas e responderam por 1.601 toneladas/ano e média de 133,42 toneladas por mês (SLU, 2019a).

No primeiro semestre de 2018, o indicador atingiu o índice de 10,98% e as 11

cooperativas/associações de catadores de material reciclável contratadas pelo SLU para realizar a coleta em 15 regiões administrativas responderam por 1.691 toneladas, sendo a média dos meses de janeiro e fevereiro equivalente a 103,5 toneladas. A partir de março a coleta seletiva inclusiva foi responsável pelo recolhimento médio de 371,3 toneladas por mês (SLU, 2019b).

Até o dia 20 do mês de janeiro de 2018 estava ativo o segundo maior lixão da América Latina que funcionou durante 58 anos, onde haviam cerca de 2 mil catadores e eram depositados por dia, 2,8 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos e, ainda, entre 6 mil e 8 mil toneladas de restos da construção civil, o lixão da Estrutural, também conhecido como aterro do Jóquei (CRISTALDO, 2018; GALVÃO, 2018; CRUVINEL et al., 2019). Era localizado no noroeste do Distrito Federal (DF) e do Plano Piloto e era vizinho da cadeia de morros que separa as águas dos córregos e nascentes que correm para formar o lago Paranoá desde a sua entrada norte até as que correm para a sua entrada sul, perto do aeroporto Juscelino Kubitschek (PEREIRA, 2015; CRUVINEL et al., 2019)

Apesar da melhora nas condições de trabalho e o menor comprometimento da saúde, o fechamento do Lixão contrariou muitos catadores, pois, na Estrutural, cada cooperado conseguia até R\$ 1,2 mil por semana. O valor caiu significativamente após a transferência para os galpões (CRISTALDO, 2018; EUFRÁSIO; MACHADO, 2019).

De acordo com Ferreira e Anjos (2001) e Gouveia (2012) resíduos sólidos são fontes de compostos orgânicos voláteis, pesticidas, solventes e metais pesados, entre outros e por isso podem causar muitos problemas ao solo, a água e mesmo o ar, comprometendo a sua qualidade. E com relação a saúde humana para indivíduos que trabalham e vivem da recuperação de materiais do lixo, especialmente os catadores de materiais recicláveis que em geral realizam seu trabalho em condições muito insalubres, sem equipamentos de proteção, acabam com muitos problemas como exposição a metais e substâncias químicas e alta probabilidade de adquirir doenças como hepatite B, doenças respiratórias osteomusculares, diarreia, febre tifoide, infecções oculares, câncer e lesões por acidentes. Zolnikov et al (2018) e Cruvinel (2019) corroboraram estes mesmos problemas que podem estar relacionados ao trabalho.

Foi realizada em um estudo uma estimativa das quantidades de metais pesados dispersos no lixo brasileiro e quais componentes do lixo representam a porcentagem final de metais no composto total do lixo, sendo que os plásticos foram determinados como principal fonte de Cd (67 a 77% do total). O Pb e o Cu se apresentam em quantidades importantes nos metais ferrosos (25 a 50% de Pb e 14 a 50% de Cu), o couro representa 35% do Cr e a borracha 32 a 37% do Zn e o papel aparece como notável fonte de Pb (10 a 14%) (EGREJA F., FERNANDO, B et al, 1999).

A principal fonte de metais pesados no lixo reciclável são os eletrônicos, sendo que cerca de 70% destes (incluindo mercúrio, berílio, chumbo e cádmio) são provenientes de equipamentos eletrônicos. No meio ambiente, podem contaminar o solo, poluir lençóis freáticos, além de colocar em risco a saúde pública (CETEM, 2010).

Os resíduos sólidos urbanos são importantes geradores de metais pesados, principalmente de Cd, Cu, Pb e Zn, e também podem liberar manganês (Mn), zinco (Zn), níquel (Ni), mercúrio (Hg), ampliando as formas de poluição e contaminação que estes materiais podem causar ao meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2019).

O quadro abaixo mostra os materiais de reciclagem que podem conter os principais metais pesados: Hg, Pb e Cd.

**Quadro 1.** Materiais encaminhados para reciclagem e quais metais podem conter

<b>Metais</b>	<b>Materiais</b>
Mercúrio	Produtos farmacêuticos; tintas; amaciantes; antissépticos; fungicidas; termômetros.
Cádmio	Plásticos; ligas metálicas; pigmentos e papéis; resíduos de galvanoplastia.
Chumbo	tintas como as de sinalização; impermeabilizantes; anticorrosivos; cerâmicas e vidros; plásticos; inseticidas.

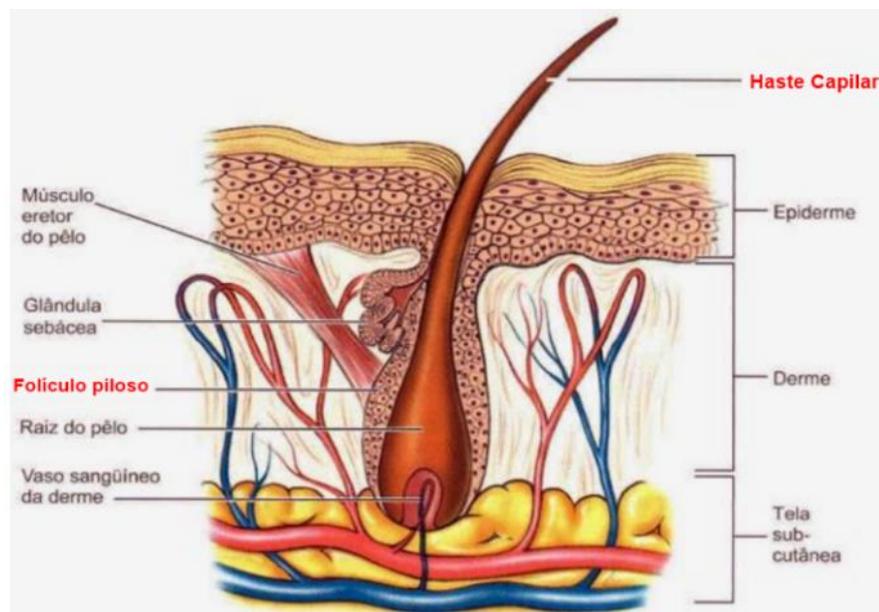
Fonte: Ferron, M. (2015)

### 2.3 Cabelo e sua fisiologia

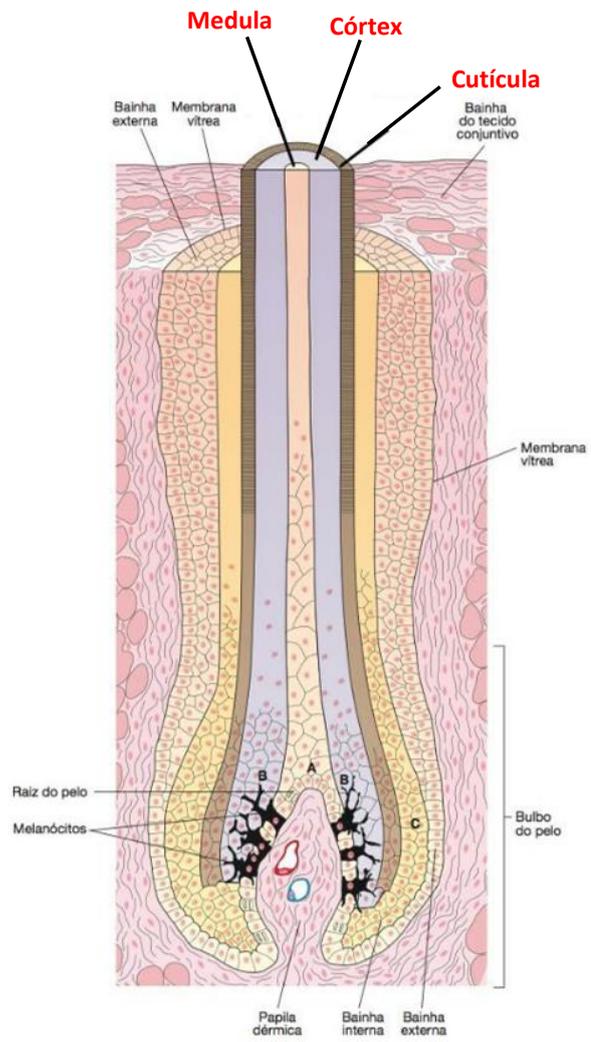
Muitos estudos têm usado amostras de cabelo humano como matriz biológica para a detecção da exposição a metais tóxicos em adultos e crianças de várias comunidades rurais e industriais.

Para uma melhor compreensão de como os metais se fixam no cabelo, como determiná-los e quantificá-los é necessário um aprofundamento nas características anatômicas e fisiológicas dele. Os cabelos são matrizes compostas por células epiteliais queratinizadas e são feitos de proteína (65-95%, principalmente queratina), lipídios (1-9%), água (15-35%) e minerais (<1%) (KINTZ, 2017) e se dividem em duas partes: a haste capilar ou pelo acima da epiderme e o folículo piloso, na derme, de onde cada pelo se origina, e que, no pelo em fase de crescimento, apresenta-se como uma dilatação terminal, o bulbo piloso, em cujo centro se observa uma papila dérmica e ao redor desta se encontra o centro de germinação que é formado

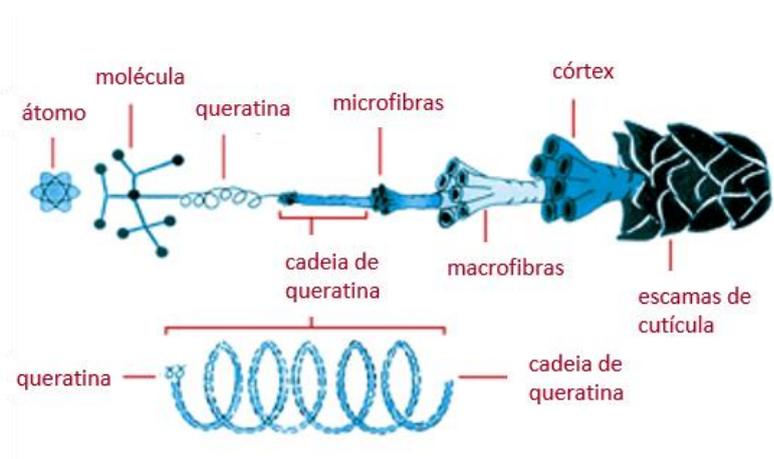
por células da matriz: queratinócitos e melanócitos, onde ocorre a ativação de genes que produzem a queratina que é responsável pela sustentação do cabelo e forma longas fibras com ligação de pontes dissulfureto (S-S), em formato espiralado, entre si e entre outras proteínas e de genes responsáveis pela produção de melanina, (Figuras 1, 2 e 3). O folículo piloso se divide em três partes a medula, o córtex e a cutícula (Figura 2) (GORDO, 2013; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).



**Figura 1.** Anatomia do cabelo com foco em suas duas partes: folículo piloso e haste capilar. Adaptado. Fonte: Dângelo & Fattini, 2000.



**Figura 2.** Anatomia do folículo piloso com suas células (melanócitos e queratinócitos) e divisão interna da haste capilar (medula, córtex e cutícula). Adaptado. Fonte: JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013.



**Figura 3.** Localização da queratina no cabelo. Fonte: SASLAVSKY, 2019

A medula é formada por células menos queratinizadas e vacuolizadas e é envolvida pelo córtex que é bem queratinizado com células dispostas de forma compactada, que por sua vez é

envolvido pela cutícula que além de ser responsável pelo brilho do cabelo, confere resistência química e física (PRAGST; BALIKOVA, 2006) e é formada por células bem queratinizadas dispostas em camadas, como escamas. Então, mais externamente se encontram as bainhas epiteliais, interna e externa. Os melanócitos que são responsáveis pela proteção solar e pela coloração, se encontram entre a papila e o epitélio da raiz do pelo (Figura 2), de onde se origina a melanina presente no córtex e na medula (POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999; GORDO, 2013).

Também são encontradas no cabelo as glândulas secretoras do tipo sebáceas que estão em quase todo o corpo (Figura 1), enquanto as apócrinas estão nas pálpebras, axilas, meato auditivo externo e na região perineal, sendo que ambas secretam diretamente no folículo piloso, enquanto as glândulas sudoríparas secretam próximo a saída do folículo piloso (COOPER, 2011).

Com relação ao crescimento do cabelo, ele se divide em fases: a anágena, onde 85% dos fios se encontram, na qual ocorre o crescimento do mesmo, sendo que dura entre quatro a oito anos e o folículo responsável pela produção do cabelo produz entre 0,22 a 0,52 milímetros do mesmo por dia e 0,6 a 1,4 centímetros por mês e também a fase em que os metais podem ser mais armazenados, catágena, onde se encontram 15% dos fios, que é transitória, e onde o cabelo para de crescer e não há mais irrigação sanguínea, sendo que os metais pesados podem provocar esse processo e a telógena, que dura 10 semanas, onde o cabelo cai, sendo empurrado por um novo folículo que nasce no mesmo local (KINTZ, 2017; POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999; COOPER, 2011).

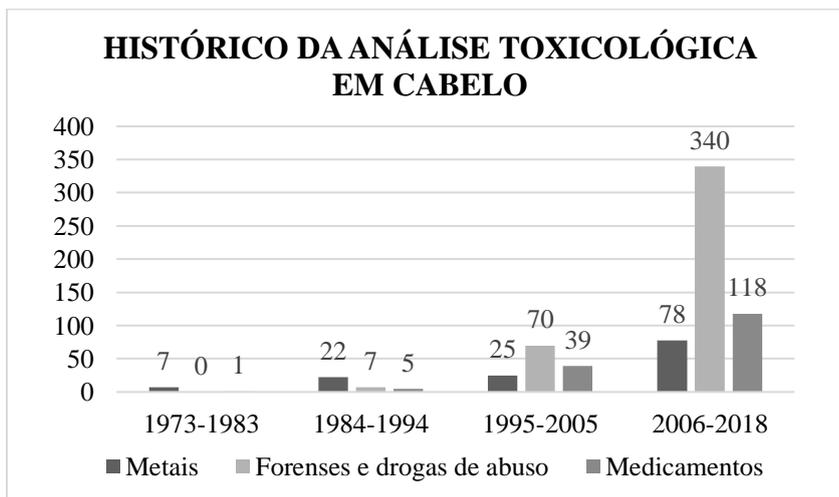
De acordo com Cooper (2011) a taxa média de crescimento do cabelo da cabeça é de 1 cm por mês, no entanto esta é uma média que pode ser considerada simplificada, pois existem relatos de variação de 0,6 cm a 3,36 cm por mês. Além disso, o corte de cabelo do couro cabeludo não representa o crescimento recente do cabelo pois a fase de crescimento é estimada em aproximadamente 7 a 10 dias para alcançar a superfície do couro cabeludo.

## **2.4 Cabelo e Metais pesados**

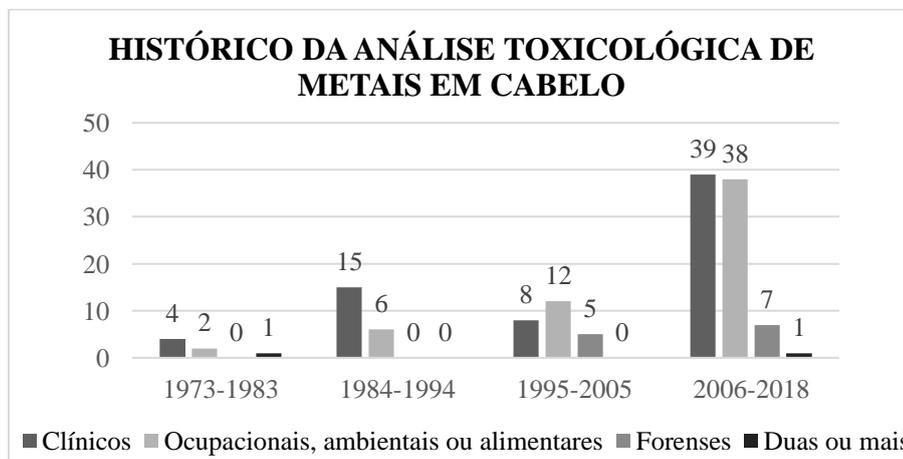
A determinação de metais foi o primeiro tipo de análise descrita em cabelo, pois a detecção de substâncias orgânicas nesse período era completamente inviável devido as limitações na metodologia analítica (GORDO, 2013; VILLAIN; CIRIMELE; KINTZ, 2005). O primeiro caso de análise toxicológica em cabelo foi de determinação de arsênio em um corpo exumado e foi publicado em Caspers 'Praktisches Handbuch der Gerichtlichen Medizin' por Hoppe em 1858 (SACHS, H.,1997). Em 1923 J. McCrae descreveu a quantificação de

manganês em cabelo, mas com pouca acurácia pela falta de métodos eficientes (MCCRAE, J., 1923). Em 1945, pesquisadores como Flesh começaram a falar da possibilidade do uso do cabelo para determinação da concentração de metais circulantes no corpo humano por ser considerado um meio de excreção, no entanto, a urina e o sangue tiveram mais relevância nesse período (POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999).

A tendência atual é de aumento no uso da fibra capilar humana como o bio-recurso de escolha para monitorar a exposição excessiva a elementos traço. Esse desenvolvimento, porém, está intimamente ligado à disponibilidade de procedimentos analíticos adequados e suficientemente sensíveis para quantificar o conteúdo do poluente respectivo na amostra biológica testada (MOOD, 2007). A análise de metais em cabelo cresceu nas últimas décadas de acordo com pesquisa bibliográfica realizada e apresentada nos gráficos 1 e 2.



**Gráfico 1.** Retorno da revisão bibliográfica de estudos que utilizaram cabelo como matriz, dividida em categorias (1973-2018). Fonte: Elaboração própria



**Gráfico 2.** Retorno da revisão bibliográfica de estudos que avaliaram metais e utilizaram cabelo como matriz, em categorias (1973-2018). Fonte: Elaboração própria

Os elementos inorgânicos e drogas são os compostos com maior deposição e encontrados em maior proporção no cabelo decorrentes de exposição ambiental (GORDO, 2013) , sendo que cortes histológicos demonstraram alta atividade dos elementos inorgânicos na proteína  $\alpha$ -queratina (descrita anteriormente), que é composta pelas pontes dissulfureto (onde ocorre a absorção destes), que está presente no cabelo e dá sustentação, resistência e elasticidade aos fios (POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999).

O principal metal com bastante evidência de correlação entre a concentração sanguínea e a concentração capilar é o mercúrio, sendo que nessa matriz a forma encontrada é o metilmercúrio e a concentração atinge cerca de 140 a 370 vezes a presente no sangue, outro metal com correlação importante é o arsênio inorgânico, sendo que este pode ser perfeitamente detectável nesta matriz, além desta ser melhor que a urina, pois a última pode ter valor limitado após 96 horas da exposição devido a maior parte do arsênio interno já ter sido eliminada (FOWLER et al., 2007).

O cabelo é uma amostra bastante interessante, pois é de fácil coleta e é considerado um depósito de toxinas do corpo. Isto porque se houver considerável exposição a determinado elemento químico ou droga, por contaminação externa ou por intermédio da ingestão, após um certo período a substância estará presente na amostra, levando em consideração que se pode afirmar que quase todos os elementos estáveis da tabela periódica estão presentes nesta matriz e alguns inclusive em uma concentração consideravelmente maior do que em outros materiais biológicos, como por exemplo, contém 300 vezes mais mercúrio do que o sangue. Além disso, é possível verificar não só a exposição atual, mas ao longo de um determinado período, que pode variar de 3 dias a meses e anos, dependendo do tamanho da haste capilar (KUBOVÁ et al., 1997; POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999; LEBEAU et al., 2011).

Existem várias matrizes que podem ser utilizadas para a determinação de metais: sangue, plasma, urina, unha e até mesmo suor, no entanto sangue e outros fluidos corporais dão concentrações transitórias, enquanto cabelo e unha dão concentrações a longo prazo e até contínuas e como o cabelo cresce cerca de 1 cm por mês (LEBEAU et al., 2011) , a é possível obter informações sobre o histórico de absorção pelo ar, água, alimentos, contato dérmico de um grande número de contaminantes ambientais, incluindo compostos orgânicos e inorgânico (ABDULRAHMAN et al., 2012; PROTANO et al., 2019). Dentre as vantagens dessa matriz, a mais evidente é a coleta, pois que não causa dor ou incômodo, é mais simples e possui maior concentração de analitos que o sangue ou a urina, podem fornecer mais informações sobre exposição crônica, padrão de uso de medicamentos e drogas de abuso e abstinência de determinadas substâncias, além de não necessitar de conservação especial ou refrigeração

(POZEBON, D.; DRESSLER, V. L.; CURTIUS, A. J., 1999). No entanto, ela possui desvantagens em relação a unha por exemplo, pois crescimento das unhas em humanos é um processo contínuo ao longo da vida, cerca de 0,05-1,2 mm por semana, com as unhas dos pés crescendo a uma taxa mais lenta de 30-50 % e, portanto, proporcionam um período de integração mais longo para os metais em relação a outras matrizes.

O mecanismo de forma precisa pelo qual os xenobióticos são absorvidos pelo cabelo ainda é desconhecido, mas três hipóteses foram propostas: por meio do sangue durante o desenvolvimento no folículo, a partir de transferência de substâncias pelo sebo e suor, e pelo ambiente exterior, mediante poeira, fumaça, cosméticos, suor e sebo ou mesmo por meio da água, sendo que de acordo com cortes histológicos se fixam à queratina capilar, devido a sua extrema estabilidade e homogeneidade e por possuir alta concentração de grupos dissulfeto e sulfidrilo que fornecem mais durabilidade e capacidade de concentração de metais e oligoelementos a mesma CAROLI et al., 1998; POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999; KINTZ, 2017).

Partículas de poeira contendo quantidades significativas de elementos traço podem também ficar retidas entre as várias camadas da cutícula devido a interações eletrostáticas, principalmente quando esta estiver danificada (BENCZE, 1990; CAROLI et al., 1998; POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999; Kintz, 2017). Entretanto, não existem dados detalhados e validados para quantificação de níveis de metais pesados em amostras de cabelo para catadores de resíduos sólidos, daí a necessidade deste estudo.

## **2.5 Estudos de análise de metais em amostra de cabelo entre 1973 e 2018**

Foi realizada uma pesquisa na base de dados PUBMED PMC e selecionados 712 artigos, que apresentaram o cabelo como amostra utilizada e que tivessem alguma aplicação toxicológica. Os critérios de inclusão foram artigos publicados entre os anos de 1949 e 2019, que apresentassem o cabelo como amostra utilizada e que tivesse alguma aplicação toxicológica nas áreas forense ou de drogas de abuso, de metais e de medicamentos. Os critérios de exclusão foram: artigos que não tivessem relação com as categorias escolhidas, artigos que não tivessem o termo cabelo no título ou resumo (GONÇALVES, 2019).

O gráfico 1 mostrou um crescente aumento nos estudos de toxicologia que utilizaram cabelo como matriz biológica nas três categorias analisadas, sendo que houve crescimento de 91,03% na categoria de metais, 100% na categoria forense e drogas de abuso e 98,38% na categoria medicamentos, no período analisado. Identificou-se que a categoria com maior

crescimento foi a forense e drogas de abuso e isso pode ser explicado pela inclusão de áreas de divisão dessa ciência, levando em consideração que até a década de 70 as classificações eram apenas em espécimes *post-mortem* e *antemortem*, e hoje são 4 que possuem mais oito ou nove subdivisões. Houve também a evolução dos métodos analíticos como o LC-MS-MS que economiza tempo, pois requer menos preparação e não derivatização de amostras (CARNEIRO; MARIA TEREZA et al., 2002; CHUNG; CHOE, 2017).

O crescimento no número de artigos na categoria de metais foi notável, o que se deve principalmente ao avanço dos métodos e do uso de procedimentos de preparação de amostras com risco mínimo de contaminação da amostra, que resultou em maior precisão, exatidão, confiabilidade e limites de detecção (CARNEIRO et al, 2011b).

O gráfico 2 mostra que dentre os cabelos utilizados para a análise de metais entre 1973 e 1994 a área clínica, relacionada ao tratamento de pacientes ou quantificação em animais, com a saúde humana como objeto, teve maior atenção e de 1995 a 2018, a área ocupacional, ambiental ou alimentar praticamente se igualou em número de estudos devido à importância que esta vem ganhando por ter se tornado uma ferramenta de diagnóstico interessante no biomonitoramento da exposição a elementos tóxicos, na avaliação do estado nutricional e de saúde (CHUNG; CHOE, 2017).

As décadas de 50 a 80 foram as que mais apresentaram artigos de cabelo relacionado a metais. Em 1974, foi realizado estudo para a quantificação de mercúrio, onde o cabelo mostrou muita eficiência como biomarcador desse metal e onde participaram 206 pessoas suecas que consumiam peixe contaminado e foi detectada uma concentração sérica de 10 ng/g de mercúrio e uma concentração 230 vezes maior no cabelo, mostrando correlação nos parâmetros utilizando o método de análise de ativação de nêutrons. Em 1983 também foi salientada a importância do cabelo para a quantificação do níquel, por meio de uma revisão da literatura sobre a toxicidade desse metal (SKERFVING, 1974; BENCKO, 1983).

Thiery; Heyndrickx; Uyttersprot (1984) realizaram uma pesquisa onde quantificaram alumínio no soro e cabelo de pacientes em hemodiálise usando a espectroscopia de absorção atômica em chama (H.J. DE GROOT et al., 1984). Em outro estudo foi determinada a concentração de chumbo em cabelos púbicos em 10 mulheres jovens e brancas, usuárias de DIU (dispositivo intra-uterino) e não encontraram correlação do uso do DIU e absorção de chumbo e cobre, por intermédio do método analítico de absorção atômica sem chama (THIERY; HEYNDRICKX; UYTTERSROT, 1984). Já no estudo de Jamall; Jaffer, (1987), com foco na exposição ocupacional, diferente dos anteriores, foi possível observar uma correlação positiva entre a concentração de ferro no cabelo de 26 trabalhadores de uma siderúrgica em Karachi,

Paquistão e 28 pessoas moradoras da região não expostas, por intermédio da espectrometria de absorção atômica, uma evolução bem grande em relação aos métodos anteriores (JAMALL; JAFFER, 1987). Ainda em 1984 foi realizada uma revisão sobre o manganês em cabelos onde foram apresentados métodos para detecção de manganês em exposição ambiental.

Wilhelm; Lombeck (1994) acompanharam 47 crianças e seus familiares para a exploração de metais, e perceberam diferença significativa entre as concentrações de cádmio e cobre entre os grupos expostos e controle. Em 2004 foram analisadas amostras de cabelo de pessoas com câncer de mama para verificar a concentração de manganês e cromo e a relação com a doença e foi verificado que alterações no conteúdo de elementos no cabelo podem servir como um guia para abrir novas perspectivas no tratamento desta patologia com base em uma análise geral dos sintomas e sinais (KILIC et al. , 2004).

Em 2010, 149 crianças da Índia com deficiência física e mental tiveram seus cabelos examinados para a presença de metais. Os cabelos das crianças testadas apresentaram altos valores de Ba, Cd, Mn, Pb e U, significando exposição a longo prazo e além disso, os resultados documentaram que a análise mineral do cabelo e da urina dão suporte um ao outro e são ferramentas úteis de diagnóstico na terapia de quelação (BLAUROCK-BUSCH, E. et al., 2010).

Molina-Villalba (2015) fez o biomonitoramento de arsênio, cádmio, chumbo, manganês e mercúrio na urina e cabelos de 261 crianças que vivem perto de áreas industriais e de mineração na região de Huelva, no sudoeste da Espanha e observou que o cabelo humano pode ser uma ferramenta útil para biomonitorar as mudanças temporais nas concentrações de metais.

Em 2018, com o objetivo de investigar a exposição a chumbo e manganês por meio da análise do sangue, cabelo e unha e sua associação com déficit intelectual em 225 crianças de quatro escolas de ensino fundamental, residentes de uma região industrial da cidade de Simões Filho, Brasil, por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite, então, Menezes-filho et al (2018) observou que exposição ao Pb, mesmo que em baixas concentrações, estava realmente associada ao déficit intelectual em crianças.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Determinar a concentração de metais pesados e essenciais em cabelo de catadores de cooperativas de materiais recicláveis do Distrito Federal.

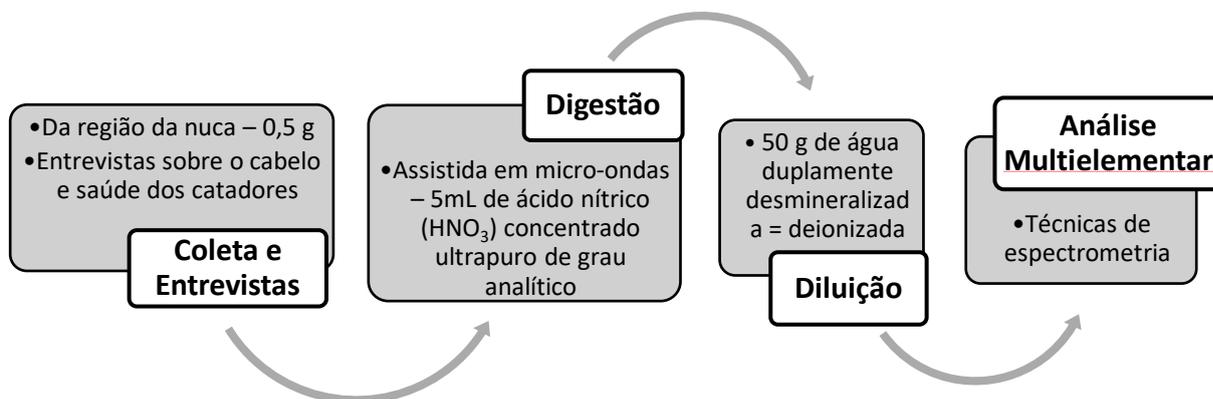
#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar concentração de metais pesados e essenciais em cabelo de catadores de cooperativas de recicláveis do Distrito Federal divididos entre regiões, as quais região 1 (Samambaia e Ceilândia), região 2 (Estrutural e SCIA) e região 3 (Plano Piloto, Paranoá, Sobradinho, Varjão e São Sebastião).
- Avaliar a concentração de metais pesados e essenciais em cabelo de catadores de cooperativas de recicláveis do Distrito Federal em relação ao sexo, idade e tempo de catação.
- Avaliar a associação entre a concentração de metais em cabelo de catadores de cooperativas de recicláveis e doenças crônicas mais prevalentes no Distrito Federal, além de doenças dermatológicas.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Resumo dos processos metodológicos

Os processos metodológicos que devem ser adotados segundo a literatura, estão demonstrados na figura 4.



**Figura 4.** Metodologia da literatura para os processos de preparação e análise das amostras. Fonte: PUBLISHERS, 2012. Traduzido e adaptado.

#### 4.1.1 Cálculo amostral

O cálculo amostral foi realizado com base na lista de cooperativas cadastradas no SLU, cedida pelo próprio órgão (Tabela 1). Os cálculos seguiram os seguintes fatores: 1) A amostra foi calculada para 50% de prevalência do desfecho da pesquisa e com intervalo de confiança de 95%, sendo esta prevalência a maior possível, dado o desconhecimento prévio da população; 2) Foi calculada proporcional ao tamanho de cada cooperativa.

O programa OpenEpi versão 3 foi utilizado para realização dos cálculos amostrais que estão descritos nas tabelas 2,3 e 4, sendo que foram feitos para três populações: mulheres, homens e total e a amostra foi calculada com base na população total. A população total foi de 2112 catadores e o tamanho da amostra calculada de 326, sendo acrescido mais 10% de perdas possíveis, resultando em 359 catadores, subdivididos em cooperativas.

#### 4.1.2 Entrevistas

Foi realizada entrevista com todos os catadores para avaliação de variáveis para análise de, sendo estas: tempo de corte, se já havia feito tintura no cabelo e há quanto tempo e se já havia realizado alisamento químico e há quanto tempo. São dados importantes para exclusão de amostras, pois o uso de tintas, assim como outros tratamentos, provoca alterações na

composição natural dos elementos químicos no cabelo, afetando os resultados do mineralograma (Miekeley et al., 2001) (Apêndice 1).

As perguntas sobre saúde foram selecionadas a partir de outro questionário, apenas para os catadores da Estrutural e SCIA (região 2), pelos alunos do projeto de extensão pare, pense e descarte da Universidade de Brasília- FCE, sendo que todas as doenças que foram relatadas tinham sido diagnosticadas por médico (Anexo 1).

#### 4.1.3 População, critérios de exclusão e amostras utilizadas na análise

O número de cooperados se mostrou menor no ambiente de coleta em relação à lista do SLU de 2017 fornecida pelo órgão. Foram excluídas amostras com tintura ou alisamento realizados a menos de 3 meses antes da coleta, o que correspondeu a 253 amostras eliminadas e 40,28% do total de 628. Na fase de digestão foram eliminadas mais 55 amostras devido ao número excessivo de algumas cooperativas em relação ao cálculo amostral, restando 320 amostras e 50,96 % do total. Das 320 amostras digeridas foram eliminadas 3 durante as análises a critério do analista. Portanto, 317 amostras foram analisadas no ICP-MS (Tabela 1).

**Tabela 1.** Catadores presentes na lista do SLU 2017, número de amostras coletadas, excluídas e analisadas por cooperativa

Cooperativas	Número de cooperados pela lista do SLU 2017	Amostras coletadas	Amostras excluídas	Amostras analisadas por ICP-MS
ACAPAS	45	10	2	8
ACOBRAZ	30	9	3	6
AMBIENTE	512	240	148	92
APCORC	111	24	8	16
CAPITAL RECICLÁVEL	-	1	1	1
CARREFA	4	3	0	3
CATAGUAR	67	9	3	6
CONSTRUIR	230	42	16	26
COOPERDIFE	23	9	2	7
COOPERE	42	57	41	16
COOPERLIMPO	38	5	2	3
COOPERNOES	34	3	0	3
COORACE	26	52	22	30
COPATIVA	129	6	2	4
CORTRAP	48	18	4	14
CRV	25	7	5	2
ECOLIMPO	7	4	1	3
NULAR	-	1	1	1

PLASFERRO	75	14	3	11
R3	17	5	1	4
RECICLA BRASÍLIA	43	13	6	7
RECICLA MAIS BRASIL	35	8	5	3
RECICLE A VIDA	69	22	7	15
RECICLO	39	10	5	5
RENASCER	22	4	1	3
RENOVE	110	31	14	17
SUPERAÇÃO	19	4	0	4
TETEU	-	1	0	1
VIDA NOVA	7	1	0	1
NÃO TEM	-	15	8	7
<b>TOTAL</b>	<b>1807</b>	<b>628</b>	<b>311</b>	<b>317</b>

Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.4 Tipo de Estudo

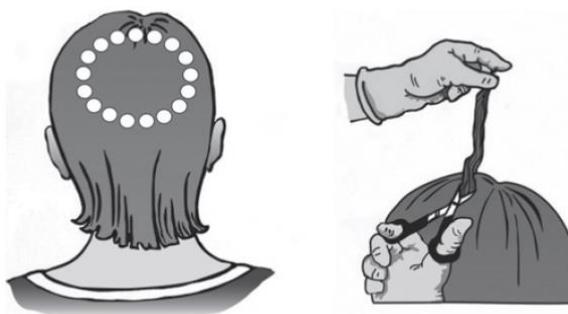
Este estudo é do tipo transversal analítico, pois analisa exposição e desfecho e observa prevalências em uma população (LIMA-COSTA, 2003).

#### 4.1.5 Coleta e preparação das amostras

Não existe padronização para a coleta de cabelo, mas é consenso que a melhor área é a parte de trás da cabeça, chamado de vértice posterior, pois esta tem menos variabilidade na taxa de crescimento capilar, o número de cabelos na fase de crescimento é mais constante (sensivelmente 1cm/mês), o cabelo está menos sujeito a influências relacionadas à idade e ao sexo e é esteticamente menos visível após a colheita. O corte deve ser feito o mais próximo possível do couro cabeludo (EIZADI MOOD, 2007; COOPER, 2011).

Foram coletadas 628 amostras de cabelo, com uso de material sempre limpo com álcool 70% e luvas nitrílicas. Foram realizadas entre agosto de 2017 e março de 2018. Nos primeiros três meses foram realizadas no centro de saúde número 4 da cidade Estrutural, pois esta pesquisa faz parte do projeto de extensão pare, pense e descarte da UnB - FCE (CRUVINEL et al., 2019) e os catadores já estavam sendo submetidos a entrevistas e procedimentos no local para o mesmo e então se prontificaram na doação das amostras e nos 4 meses seguintes a coleta foi realizada nas próprias cooperativas. Para cada catador foi realizada a seleção da mecha na região da nuca com cerca de 2mm de diâmetro, o que equivaleu a aproximadamente 0,5g, em seguida foi amarrada com elástico na região mais próxima a raiz e cortada acima do mesmo com auxílio de tesoura específica para cabelo, transferida para tubo falcon de 15mL (Figura 6 e 7) e identificada com etiqueta contendo data de nascimento, data de coleta, cooperativa, equipe (do

próprio posto) e tipo de amostra (Figura 5). As amostras com tintura ou alisamento químico com menos de 3 meses foram excluídas, restando 375 e armazenadas em temperatura ambiente até a fase seguinte.



**Figura 5.** Imagem do procedimento que deve ser adotado para a coleta de amostra segundo a literatura. Fonte: COOPER, 2011



**Figura 6.** Procedimento que foi adotado para a coleta de amostra no Centro de Saúde número 4 e nas cooperativas, entre agosto de 2017 e março de 2018. Fonte: Elaboração própria

Nº:
DN: ____/____/____
DC: ____/____/____
COOPERATIVA:
EQUIPE:
AMOSTRA:

**Figura 7.** Etiqueta de identificação dos tubos falcon utilizados na coleta e armazenamento das amostras. Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.6 Corte e pesagem das amostras

Foram cortados os 3 cm mais próximos a raiz de cada mecha e em seguida pesados em

balança analítica de precisão, pesando em média 200mg (Figura 8) e a sobra das amostras foram transferidas para tubos falcon de 50mL. Esse processo levou cerca de uma semana e foi realizado no Instituto de Criminalística da polícia civil do Distrito Federal.



**Figura 8.** Procedimento de pesagem das amostras com corte dos 3 cm mais próximos a raiz de cada mecha, realizado no laboratório do Instituto de Criminalística da polícia civil do DF.  
Fonte: Elaboração própria



**Figura 9.** Amostras separadas por pares de cabelo e unha durante procedimento de pesagem em tubos falcon de 15 mL e restante das amostras de cabelo nos tubos falcon de 50 mL.  
Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.7 Digestão das Amostras

Do total, 320 amostras passaram pela etapa de digestão, obedecendo as cooperativas listadas, anteriormente e em seguida foram transferidas do tubo falcon para os vasos do forno

micro-ondas digestor de amostras ETHOS EASY (Figura 10) e acrescidas de 8mL de ácido nítrico 68%, então os vasos foram fechados adequadamente e inseridos no equipamento durante 30 a 40 minutos e após o resfriamento com duração de cerca de 60 minutos, foram retransferidas para o tubo falcon. Foi realizada a limpeza de todos os vasos do equipamento com HNO<sub>3</sub> 20% a cada rodada, ficando submersos nessa solução durante 24 horas, lavados com água Milli-Q por três vezes e utilizados novamente. A frequência de digestão foi de 40 amostras por dia.

Esse equipamento otimiza o processo pois quando a energia de micro-ondas é aplicada, a pressão do frasco aumenta, com um correspondente aumento do ponto de ebulição do ácido, reduzindo drasticamente o tempo de digestão. Além disso, as quantidades de reagentes que precisam ser adicionadas são menores, minimiza os problemas de contaminação, pois é um sistema fechado e que, portanto, tem contato reduzido com o ambiente (POZEBON; DRESSLER; CURTIUS, 1999).

**Quadro 2.** Condições de funcionamento do digestor

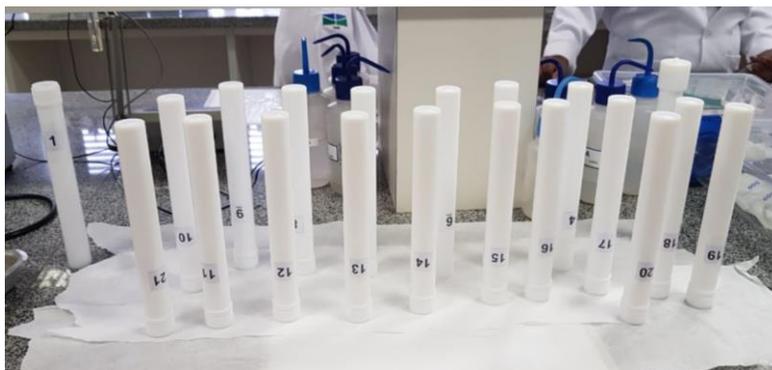
<b>Peso de amostra</b>	Até 500 mg		
<b>Reagentes</b>	10 mL HNO <sub>3</sub> [68%]		
<b>Programa</b> Em duas etapas	<b>Tempo</b> 1ª 00:20 2ª 00:15	<b>Temperatura</b> 210 °C nas duas etapas	<b>Potência</b> 1800w

Fonte: [https:// www.milestonesrl.com](https://www.milestonesrl.com)



**Figura 10.** Digestor utilizado com capacidade para 42 vasos, do modelo ETHOS EASY.

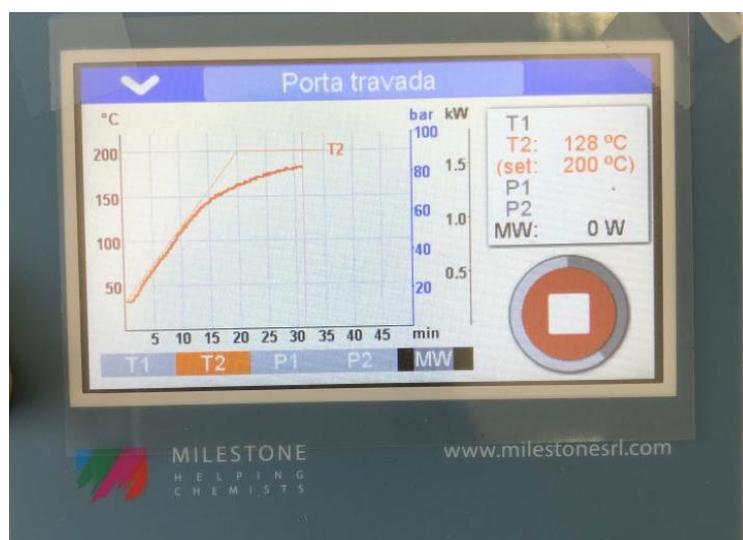
Fonte: <https://www.milestonesrl.com/products/microwave-digestion/ethos-up>



**Figura 11.** Vasos onde as amostras e o ácido nítrico foram colocados para inserção no equipamento digestor. Fonte: Elaboração própria



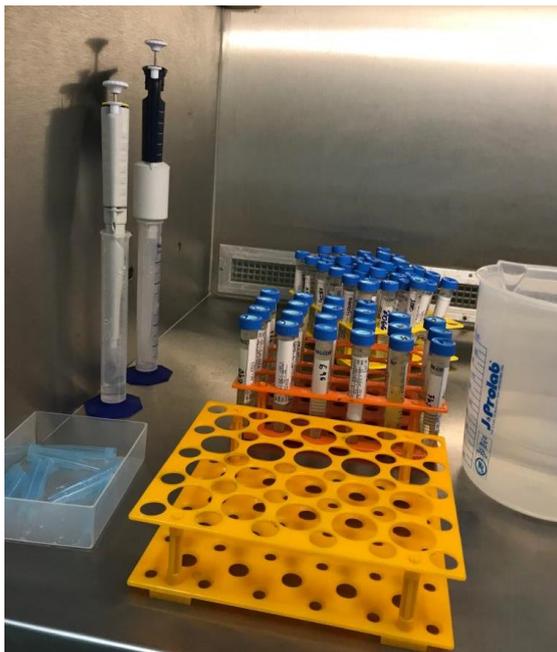
**Figura 12.** Amostra de cabelo após a digestão, amarela pelo ácido nitroso produzido. Fonte: Elaboração própria



**Figura 13.** Rampa de aquecimento produzida pelo equipamento digestor, mostrando temperatura, tempo e pressão envolvidas no processo. Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.8 Diluição das Amostras

As amostras foram diluídas de 1:20, transferindo-se 500µl de amostra para um novo tubo falcon de 15mL e completando o volume com 9500µl de água Milli-Q, para obter um volume final de 10mL de amostra diluída (PUBLISHERS, W. A., 2012). A diluição é necessária para não ultrapassar o limite de saturação do equipamento (ICP-MS).



**Figura 14.** Amostras sobre estante após o processo de diluição, ponteiras descartadas após o uso e Becker com água miliq. Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.9 Análise no equipamento de espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS)

As amostras foram armazenadas em caixas específicas para tubo falcon (Figura 16) e enviadas para o laboratório de análises químicas da Universidade de Ghent e departamento de Engenharia de Biociências de Química e Tecnologia Verde, na Bélgica, para análise no ICP-MS do modelo Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS. Essa técnica utiliza um plasma de argônio como fonte de ionização de energia alta (até 1,5 kW), onde a amostra é ionizada, e como detector, um espectrômetro de massas de alta ou baixa resolução e neste caso quadrupolo, onde os íons produzidos são separados de acordo com a sua taxa de massa/carga ( $m/z$ ) e detectados qualitativa e quantitativamente por sua respectiva taxa  $m/z$  e abundância. Grande parte dos elementos da tabela periódica podem ser determinados, com limites de detecção da ordem de  $\mu\text{g L}^{-1}$  (CADORE, S., MATOSO, E., SANTOS, M., 2008). Foi utilizado o padrão da Sigma

Aldrich ERM-DB001 de cabelo em pó como parâmetro de qualidade da análise (ALMEIDA, 2008).

**Quadro 3.** Condições da análise no ICP-MS

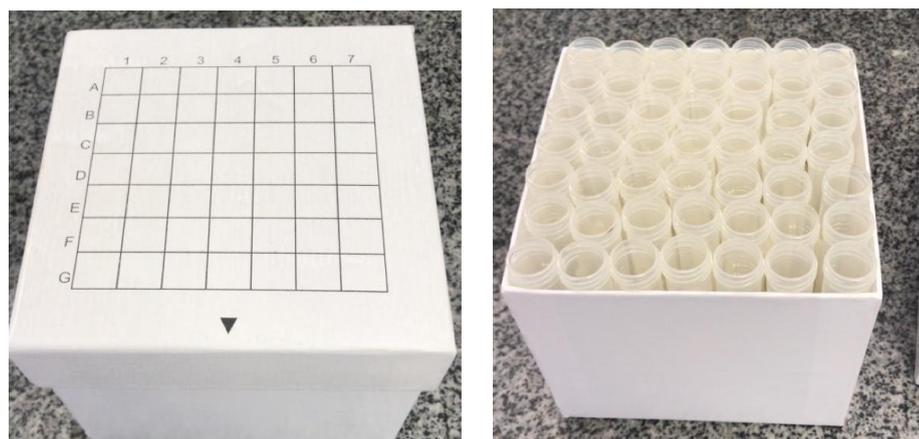
Parâmetro (tradução sugerida)	Valor
Argon flow nebulizer (Fluxo de argônio no nebulizador)	1,18 L/min
Plasma Argon flow (Fluxo de argônio no plasma)	Não aferido
Helium flow in KED cell (Fluxo de hélio na célula de KED)	0,8 ml/min
Plasma Power (Potência do plasma)	1550 W
Dwell time (Tempo de espera)	Depende do elemento, entre 0,1 e 0,01 s
Sample Flush (Fluxo da amostra)	80s
Analyze time (Tempo de análise)	30s
Wash time (Tempo de lavagem ou limpeza)	30s

**Quadro 4.** Dwell time por elemento (tempo de espera)

Elemento	Dwell time (Tempo de espera) (s)
<sup>9</sup> Be (STD)	0,03
<sup>24</sup> Mg (STD)	0,015
<sup>27</sup> Al (STD)	0,06
<sup>44</sup> Ca (KED)	0,01
<sup>48</sup> Ti (KED)	0,02
<sup>51</sup> V (KED)	0,1
<sup>52</sup> Cr (STD)	0,05
<sup>52</sup> Cr (KED)	0,05
<sup>55</sup> Mn (KED)	0,01
<sup>56</sup> Fe (KED)	0,02
<sup>57</sup> Fe (STD)	0,02
<sup>57</sup> Fe (KED)	0,02
<sup>59</sup> Co (KED)	0,1
<sup>60</sup> Ni (KED)	0,01
<sup>63</sup> Cu (KED)	0,01
<sup>66</sup> Zn (KED)	0,1
<sup>75</sup> As (KED)	0,3
<sup>90</sup> Zr (KED)	0,015
<sup>95</sup> Mo (KED)	0,02
<sup>103</sup> Rh (KED)	0,02
<sup>111</sup> Cd (KED)	0,1
<sup>118</sup> Sn (KED)	0,1
<sup>121</sup> Sb (KED)	0,02
<sup>137</sup> Ba (KED)	0,1
<sup>206</sup> Pb (KED)	0,05
<sup>207</sup> Pb (KED)	0,05
<sup>208</sup> Pb (KED)	0,05



**Figura 15.** Modelo do equipamento ICP-MS, da marca Thermo Scientific, utilizado para análise das amostras no *laboratório do Centro de Higiene Ocupacional* da Universidade de Ghent, na Bélgica. Fonte: <https://www.selectscience.net/products/thermo-scientific-icap-q-icap-ms/?prodID=194942>



**Figura 16.** Caixas de fibra de papelão para 49 tubos falcon, da marca *Global Trade*, utilizadas para envio das amostras para o *laboratório do Centro de Higiene Ocupacional* da Universidade de Ghent, na Bélgica. Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.10 Análise estatística

Valores medianos e seus respectivos intervalos interquartis foram obtidos para as concentrações de metais encontrados nos cabelos por regiões. Comparações entre as regiões para os diversos metais foram realizadas empregando-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). Comparações entre idade e tempo de catação entre as regiões foram feitos pelo teste não paramétrico Qui-quadrado ou Mann-Whitney, assim como as comparações entre sexos para os diversos metais ( $p < 0,05$ ).

As correlações entre tempos de catação e concentração de metais foram avaliadas pelo

coeficiente de correlação de Pearson ( $p < 0,05$ ).

Modelos de regressão de Poisson múltipla com variância robusta foram empregados para se verificar a associação entre a presença de problemas de saúde (diabetes ou glicemia alta, hipertensão, depressão e problemas dermatológicos) com a presença de metais nos cabelos, ajustado por sexo e tempo de catação. As concentrações dos metais foram dicotomizadas em abaixo ou acima do valor da mediana.

Na presente análise, as presenças de problemas de saúde foram consideradas as variáveis dependentes e as concentrações de metais as variáveis independentes, sendo que estas foram dicotomizadas (abaixo ou acima do valor da mediana). Razões de prevalência, seus respectivos intervalos de 95 % de confiança foram calculados, empregando-se regressão de Poisson com variância robusta. Usou-se a regressão de Poisson porque ela fornece uma melhor estimativa das razões de prevalência, que por sua vez representam de forma mais significativas as medidas de efeito para estudos transversais. Considerou-se como significativo  $p < 0,05$ . As análises foram conduzidas pelo aplicativo SAS 9.4.

#### **4.1.11 Aspectos éticos**

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde – FEPECS de Brasília, sob o número de protocolo 1.598.531 (Anexo 3). Todos os participantes preencheram o termo de consentimento livre e esclarecido, (TCLE) (Anexo 4) de acordo com as da resolução CNS nº 466/2012.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Descrição de obtenção e uso dos dados**

A partir do cálculo amostral foram coletadas amostras de catadores de 27 cooperativas de diversas regiões do DF (Figura 17) e de alguns catadores não credenciados, entre 2017 e início de 2018, sendo parte das amostras coletadas no posto de saúde número 1 da Estrutural e o restante nas próprias cooperativas. Dentre elas, oito não possuíam galpões de trabalho: Ambiente, Carrefa, Construir, Coopere, Cooperlimpo, Coopernoes, Coorace e Plasferro. Estas coletavam no aterro do Jóquei (lixão da Estrutural) e só foram realocadas para galpões no início de 2018, quando o aterro foi fechado. Quatro das cooperativas não participaram do estudo: Ageplan, pois foi descredenciada do SLU, a Copercoco que estava em construção e os catadores

ainda não haviam migrado do lixão da Estrutural para a cooperativa, a Flor do cerrado, pois não tinha galpão fixo, os catadores estavam sempre espalhados e o contato com os mesmos não foi possível e a Sonho de liberdade que estava fechada permanentemente.



**Figura 17.** Esteira para separação do lixo orgânico e galpão para separação do lixo seco na cooperativa Cataguar. Fonte: <http://iecsaude.blogspot.com/p/catadores-de-materiais-reciclaveis.html>



**Figura 18.** Aterro do Jóquei no SCIA e catadores trabalhando no momento da foto. Fonte: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2018/01/22/fechado-lixao-da-estrutural-recebe-camada-de-entulho-e-terra/>; <https://ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/menor-lixao-da-america-latina-e-fechado/>



**Figura 19.** Galpão de trabalho das cooperativas Construir e Cortrap na região do SCIA. Fonte: Google Maps



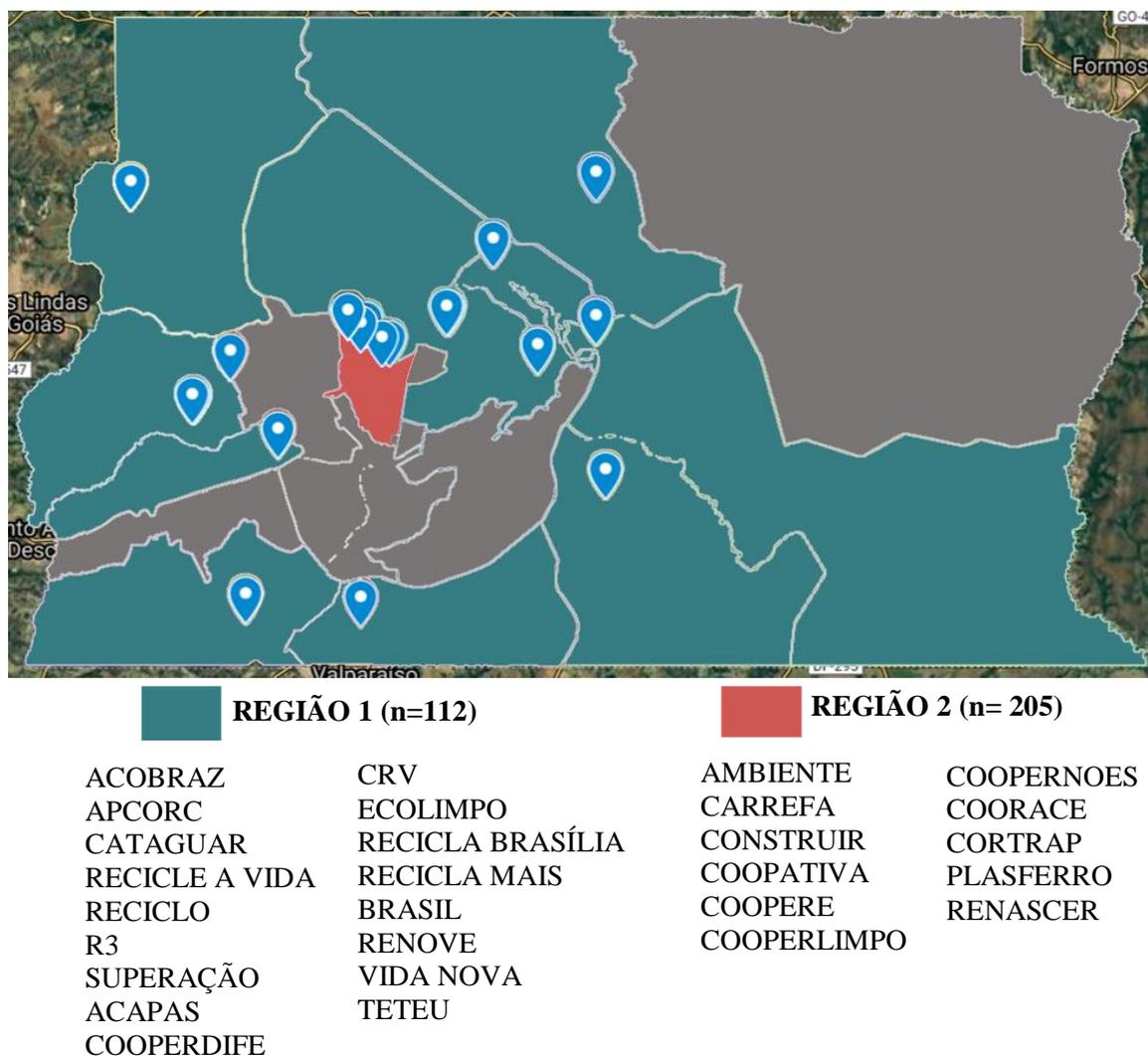
**Figura 20.** Local de trabalho das cooperativas Acapas e Recicla Brasília na Asa Norte- DF (não têm galpão de trabalho apesar de parecer na foto). Fonte: Google Maps



**Figura 21.** Regiões administrativas com localização das cooperativas onde as amostras foram coletadas. Fonte: Elaboração própria

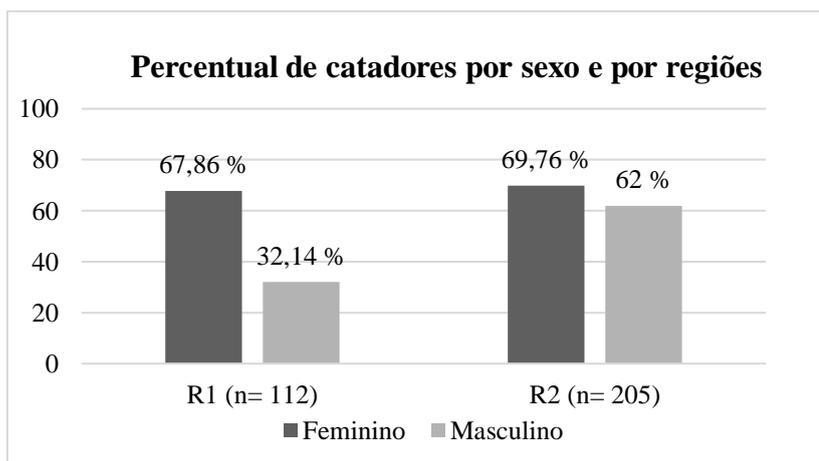
Conforme descrito na metodologia foram coletadas 628 amostras, de homens e mulheres e selecionadas, após as exclusões, 317 amostras de catadores com média de idade de  $42 \pm 14,7$  anos, sendo 69,09% do sexo feminino e 30,91% do sexo masculino. Foi necessária para a análise estatística, a subdivisão das cooperativas em regiões (Figura 18), pois o grande número de cooperativas impossibilitaria visualizar os achados da pesquisa. A divisão foi feita em 2 regiões onde a região 1 foi composta pelas cooperativas das regiões Ceilândia, Samambaia,

Plano Piloto, Varjão, Paranoá, Sobradinho, São Sebastião, Santa Maria, Gama e Brazlândia e a região 2 por todas as cooperativas da Estrutural e SCIA. Essa divisão foi realizada levando em consideração que as cooperados da região 1 trabalhavam no geral em galpões e possuem condições melhores de trabalho, enquanto as cooperados da região 2 trabalhavam no lixão da Estrutural, a céu aberto e em condições mais precárias.



**Figura 22.** Divisão das cooperativas em duas regiões: região 1 – cooperativas com galpões em qualquer região administrativa e região 2 - cooperativas com trabalho feito a céu aberto no lixão da Estrutural e no SCIA. Fonte: Elaboração própria

No teste de Mann Whitney foi observado que não houve diferença estatística com relação ao número de catadores por sexos entre as regiões ( $p=0,8574$ ). A média de idade da região 1 foi de  $40,12 \pm 12,41$  anos e da região 2 foi  $40,17 \pm 12,91$  anos, portanto, sem diferença estatística entre elas ( $p= 0,8557$ ). No gráfico 3 pode ser visualizada a divisão por sexo entre os grupos e que a maior parte das amostras eram de catadores do sexo feminino em ambas as regiões.



**Gráfico 3.** Divisão dos catadores por sexo e mediana de idade e o número de catadores entre grupos

### 5.2 Teste de exatidão do método de análise (ICP-MS)

A exatidão da metodologia desenvolvida foi avaliada com auxílio do material de referência certificado, ERM- DB001. Foi feita a pesagem do material (200 mg) e em seguida digeridas como feito para as amostras. A solução resultante foi analisada por ICP-MS.

**Tabela 2.** Resultados obtidos pela técnica de ICP-MS no material de referência certificado ERM-DB001 (cabelo humano) do Institute for Reference Materials and Measurements of the European Commission's Joint Research Centre. Os valores, dados em  $\mu\text{g/g}$  são a média para cada metal.

Elemento	Valor Encontrado (n=1)	Valor Certificado $\pm$ Incerteza (n=1)	Valores adicionais do relatório do material de referência
Be	0,002	-	0,0029
As	0,068	$0,044 \pm 0,006$	-
Cd	0,140	$0,125 \pm 0,007$	-
Cu	34,64	$33 \pm 4$	-
Pb 207	2,079	$2,14 \pm 0,20$	-
V	0,074	-	0,0493
Zn	229,82	$209 \pm 12$	-
Mn	0,835	-	0,442
Co	0,109	-	0,106
Mo	0,180	-	0,200
Sn	0,733	-	0,44
Ba	0,872	-	0,90

- Metal não é certificado pelo material de referência ou não está descrito no material adicional do mesmo.

Fonte: SANTORO et al., 2013

Observou-se, dentro da incerteza do método utilizado e dos próprios valores do material de referência, uma boa concordância.

### 5.3 Concentrações medianas de metais por ICP-MS

**Tabela 3.** Concentração de elementos químicos em cabelo em  $\mu\text{g/g}$  representada como mediana  $\pm$  intervalo interquartil, a comparação entre regiões do Distrito Federal e com os valores de concentração da literatura

Metais*	Regions		p-valor <sup>#</sup>	Valores da literatura (mediana) min-máx	Referências	Países	Idade
	R1 (n= 105)	R2 (n=205)					
<b>Be</b>	0,000 $\pm$ 0,00	0,002 $\pm$ 0,01	< <b>0,001</b> <sup>@</sup>	(0,007) 0,003-0,012 (0,003) 0,000-0,005	GOULLÉ et al., 2005 SKALNY, 2015	França Rússia	- 20-60
<b>As</b>	0,09 $\pm$ 0,08 <sup>&amp;</sup>	0,09 $\pm$ 0,06 <sup>&amp;</sup>	0,9925	(0,05) <b>0,03-0,08</b> <sup>&amp;</sup> <0,10 (0,006) <b>0,001-0,02</b> <sup>&amp;</sup> (0,045) <b>0,010-0,078</b> <sup>&amp;</sup> (0,00) <b>0,0003-0,03</b> <sup>&amp;</sup>	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> SKALNY, 2015 DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Rússia Itália	- 1-90 12-18 20-60 11-13
<b>Cd</b>	0,04 $\pm$ 0,07	0,02 $\pm$ 0,05	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>	(0,011) 0,004-0,17 <0,27 (0,003) 0,001-0,04 (0,074) 0,006-0,056 (0,03) 0,0004-0,16	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> SKALNY, 2015 DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Rússia Itália	- 1-90 12-18 20-60 11-13
<b>Cu</b>	13,10 $\pm$ 7,35	12,13 $\pm$ 5,82	<b>0,0011</b> <sup>@</sup>	(20,3) 9,0-61,3 10-35 (3,7) 0,4-17 (12,39) 9,1-59,7	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Itália	- 1-90 12-18 11-13
<sup>207</sup> <b>Pb</b>	1,13 $\pm$ 1,61	0,64 $\pm$ 0,88	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>	(0,41) 0,13-4,57 <10 (0,1) <b>0,0004-0,8</b> <sup>&amp;</sup> (1,046) 0,187-1,389 (0,78) 0,28-3,03	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> SKALNY, 2015 DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Rússia Itália	- 1-90 12-18 20-60 11-13

<b>Zn</b>	167,85±52,24	160,25±53,65	0,2496	(162) 129-209 (59) 7-197 138-240 (179,2) 96,9-329,2	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Itália	- 1-90 12-18 11-13
<b>V</b>	0,15±0,21 <sup>&amp;</sup>	0,23±0,28 <sup>&amp;</sup>	<b>0,0014</b> <sup>@</sup>	(0,016) <b>0,001-0,051</b> <sup>&amp;</sup> <b>0,006-0,04</b> <sup>&amp;</sup> (0,08) <b>0,001-0,21</b> <sup>&amp;</sup>	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 DONGARRÀ et al., 2011	França Brasil Itália	- 1-90 11-13
<b>Mn</b>	2,56±2,36 <sup>&amp;</sup>	2,08±2,41 <sup>&amp;</sup>	<b>0,0199</b> <sup>@</sup>	(0,067) <b>0,016-0,57</b> <sup>&amp;</sup> (0,3) 0,0009-4,6 <b>0,15 – 1,0</b> <sup>&amp;</sup> (0,27) <b>0,002-0,91</b> <sup>&amp;</sup>	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Itália	- 12-18 1-90 11-13
<b>Co</b>	0,07±0,07 <sup>&amp;</sup>	0,06±0,06 <sup>&amp;</sup>	0,2853	(0,023) 0,004-0,14 <b>0,003-0,03</b> <sup>&amp;</sup> (0,006) <b>0,0001-0,04</b> <sup>&amp;</sup> (0,08) 0,01-1,20	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Itália	- 1-90 12-18 11-13
<b>Mo</b>	0,18±0,19 <sup>&amp;</sup>	0,19±0,24 <sup>&amp;</sup>	0,3094	(0,021) <b>0,01-0,028</b> <sup>&amp;</sup> <b>0,02-0,05</b> <sup>&amp;</sup> (0,78) 0,0001-1,78	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 DONGARRÀ et al., 2011	França Brasil Itália	- 1-90 11-13
<b>Sn</b>	0,14±0,36	0,23±1,29	<b>0,0015</b> <sup>@</sup>	(0,046) 0,007-0,34 <0,34 (0,535) 0,076-1,009	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 DONGARRÀ et al., 2011	França Brasil Rússia	- 1-90 20-60
<b>Ba</b>	2,74±3,38 <sup>&amp;</sup>	2,30±2,68 <sup>&amp;</sup>	<b>0,0743</b> <sup>@</sup>	(0,28) <b>0,05-1,58</b> <sup>&amp;</sup> <3,0 (0,04) 0,02-7,6 (1,43) <b>0,18–2,70</b> <sup>&amp;</sup>	GOULLÉ et al., 2005 CARNEIRO et al., 2002 CARNEIRO et al., 2011 <sup>a</sup> DONGARRÀ, 2011	França Brasil Brasil Itália	- 1-90 12-18 11-13

\* Valores expressos em mediana± Intervalo interquartil

# p-valor obtido pelo teste de Mann-Whitney

@ p-values with significantive statistic difference

& values higher that find in literature

R1- Ceilândia, Samambaia, Asa Sul, Asa Norte, Paranoá, Varjão, Sobradinho and São Sebastião

R2- Estrutural e SCIA

Fonte: Dados estatísticos e literatura

Os metais arsênio, bário, cobalto, chumbo, manganês, molibdênio e vanádio apresentaram valores medianos de concentração no cabelo superiores aos valores máximos encontrados na literatura para pessoas não expostas. É importante ressaltar que os metais bário e chumbo mesmo em concentrações pequenas podem provocar efeitos tóxicos no organismo a longo prazo, pois não são essenciais. O Ba é reconhecido por causar em humanos distúrbios gástricos de forma aguda e cronicamente pneumoconiose e possível causador de irritação nasal, brônquica e dérmica (GENTER, 2012). O Pb pode causar danos gastrointestinais, neuromusculares, neurológicos, hematológicos e renais, como anemia microcítica hipocrômica, encefalopatia por meio de distúrbios metabólicos e hipertensão (SCHIFER; JÚNIOR; MONTANO, 2005).

No entanto, apenas Mn, Mo e V apresentaram concentrações medianas pelo menos duas vezes superiores às encontradas na literatura. Para Mn, a concentração se mostrou 2,6 vezes maior na região 1 que o valor da literatura e 2 vezes maior na região 2 que o valor da literatura. Para Mo, a concentração foi 3,6 vezes maior na região 1 que o valor da literatura e 3,8 vezes maior na região 2 que o valor da literatura. Para V, a concentração foi 2,9 vezes maior na região 1 que o valor da literatura e 4,5 vezes maior na região 2 que o valor da literatura.

Mn, Mo e Vn são metais essenciais ao organismo, mas que em altas concentrações podem causar toxicidade. Dentro da célula, o vanádio, normalmente está presente como vanadil, ligado à glutatona, catecolaminas ou outros pequenos peptídeos e pode ser encontrado no ar, no solo, na água e nos alimentos. É amplamente utilizado em processos industriais, incluindo a produção de aços, ligas resistentes à temperatura, vidro, pigmentos e tintas, para revestimento de eletrodos de solda a arco e como catalisador (WIERZBICKI, T., PYRZYNSKA, K., 2004),

Em altas doses, o V apresenta toxicidade e agudamente pode causar anemia, fraqueza, vômito, anorexia, náusea, zumbido, dor de cabeça, tontura, palpitações, dermatite, reduzir níveis de colesterol, entre outros. Além disso, de forma crônica pode causar neurotoxicidade, produzindo tremores e depressão do SNC. Em ratos interferiu na perda de neurônios dopaminérgicos da substância negra acompanhada de alterações morfológicas nos neurônios estriatais médios (NGWA, H.A. et al., 2017).

O manganês é um metal que em excesso pode causar diversos problemas, inclusive cardiovasculares, sendo que em ratos, causou a diminuição da frequência cardíaca e pressão arterial e aumento dos intervalos do eletrocardiograma, hepatotoxicidade e o mais importante deles, o manganismo (condição com sintomas semelhantes ao Parkinson) (O'NEAL.; ZHENG, 2015).

O molibdênio é um componente de certas metaloflavoproteínas, incluindo xantina

oxidase, sufito oxidase e aldeído oxidase (A. VYSKOCIL, VIAU, C., 1999). Existem poucos estudos que demonstrem a toxicidade do molibdênio, inclusive devido a esta ser mais evidente quando existe deficiência de cobre. Alguns estudos mostram evidência de aumento de concentração de ácido úrico no sangue e sintomas de gota e quando inalado, tanto o molibdênio metálico quanto o trióxido de molibdênio solúvel foram relatados como causadores de danos nos pulmões, além de alguns casos de pneumoconiose (A. VYSKOCIL, VIAU, C., 1999)

Apesar da toxicidade que esse metais podem causar, não existe material validado para avaliar concentração dos mesmos em cabelo, além disso os hábitos alimentares, água consumida, contaminação ambiental e lavagem cotidiada com shampoo alterarem os níveis, o que salienta a importância de observar que os níveis encontrados podem não revelar toda a contaminação a qual a população foi exposta, ou estarem diretamente relacionados a doenças e levarem a sintomas explícitos (Miekeley et al., 2001; MOOD, E.N, 2007; ABDULRAHMAN, F.I. et al, 2012; JURSA, T. et al, 2018).

A região 2 compreendeu cooperativas da região da estrutural e SCIA e grande parte delas possuíam catadores que ainda trabalhavam no aterro do Joquéi, que era o segundo maior lixão a céu aberto do mundo (CRUVINEL et al., 2019), ocasionando a proliferação de vetores de doenças e a poluição do solo, subsolo e dos lençóis freáticos pelo chorume produzido pela decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos (FEAM, 2006, p. 8). Este é um fator importante, pois as condições de trabalho no aterro eram mais insalubres que as encontradas nos galpões, pois o mesmo foi criado sem planejamento e sem que o solo fosse impermeabilizado, além do mais o resíduo sólido era depositado juntamente com o material orgânico e outros resíduos, não existia cobertura na área de trabalho, além do tipo de material ser bem mais variado que nas outras regiões, o que facilita exposição e o acesso ao uso de EPI limitado, além de cargas de trabalho excessivas que geralmente ocorriam em temperaturas externas extremas (ZOLNIKOV et al., 2018; CRUVINEL et al., 2019).

Os valores medianos de concentração dos metais As, Zn, Fe, Co, Mo e Ba não apresentaram diferenças significativas entre as regiões. No entanto, os metais Ba ( $p = 0,0743$ ), V ( $p = 0,0014$ ) e Sn ( $p = 0,0015$ ) apresentaram valores medianos das concentrações nos cabelos significativamente maiores na região 2 do que na região 1. Na região 2, a falta de controle na deposição do lixo, devido ao trabalho ser realizado no lixão, a grande quantidade depositada por dia e o fato da maior parte das cooperativas fazer triagem (o lixo não chega separado pela coleta seletiva) podem ser justificativas para maiores concentrações desses metais, além de que muitos catadores trabalham de forma isolada e passam sua coleta para os atravessadores, o que aumenta as possibilidades de exposição.

Além disso, o acesso a água adequada pra consumo nessa região ainda é questionável, como demonstrado em outro estudo do grupo de pesquisa feito somente com catadores da região da Estrutural, onde foi descrito que 16,9% viviam em áreas marginalizadas (áreas de favela), 10,0% não possuíam abastecimento público de água e 27,0% viviam em domicílios que não estavam conectados ao sistema de esgoto (CRUVINEL, V. et al., 2019). Com relação ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), em uma segunda pesquisa realizada pelo grupo entre as mesmas cooperativas da região 1 e seis cooperativas da região 2 (Ambiente, Coopere, Coorace, Coopernoes, Construir e Plasferro) foi encontrado que 91,3% dos catadores da região 1 afirmaram o uso de EPI's enquanto apenas 45,2% dos catadores das seis cooperativas da região 2 afirmaram o mesmo (CRUVINEL, V., MARTINS, C, ALVARENGA, J., 2017)

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) devem proteger contra os riscos dos locais de trabalho e, ao mesmo tempo deve dar proteção contra as condições de trabalho incômodas e desagradáveis; ademais, deve oferecer a proteção mais completa possível à região do corpo ameaçada diretamente (CONCEIÇÃO, 2001). Esses equipamentos são extremamente importantes porque ao remexerem os resíduos à procura de materiais que possam ser comercializados ou servir de alimentos, os catadores estão expostos a todos os tipos de contaminação presentes nos resíduos, além dos riscos à sua integridade física por acidentes causados pelo manuseio do lixo e pela própria operação do vazadouro, além de que os organismos patogênicos podem habitar por tempo indeterminado as embalagens, frascos e restos de lixo (HOEFEL et al., 2013; RAMOS et al., 2017).

A região 1 compreende cooperativas nas cidades de Ceilândia, Samambaia, Plano Piloto, Paranoá, Varjão, Sobradinho e São Sebastião e são cooperativas onde os catadores têm melhores condições de trabalho, trabalharam em áreas cobertas e usaram mais equipamentos de proteção individual (EPI) e se higienizavam melhor. Nas cooperativas Cataguar e Apcorc, em Ceilândia, o material sólido era totalmente separado antes de ir para o galpão, os resíduos orgânicos eram utilizados para compostagem, haviam esteiras de separação e a maior parte dos catadores utilizavam o maior número de EPI. Nas cooperativas Recicle a Vida, provisoriamente em Ceilândia até a data da coleta, Reciclo e superação em Samambaia e nas outras cooperativas dessa região, o material sólido era separado da melhor maneira possível e a maior parte dos EPI's utilizados (luvas, botas e roupas longas). A cooperativa Renove no Plano Piloto foi a que apresentou situação mais parecida com as da Ceilândia, com esteiras de separação.

Os metais Cd ( $p = <0,0001$ ), Cu ( $p = 0,0011$ ), Pb 207 ( $p = <0,0001$ ) e Mn ( $p = 0,0199$ ), tiveram valores medianos das concentrações de metais no cabelo significativamente menores na região 2 em relação a região 1. Uma possível explicação seria o fato de que o lixo era

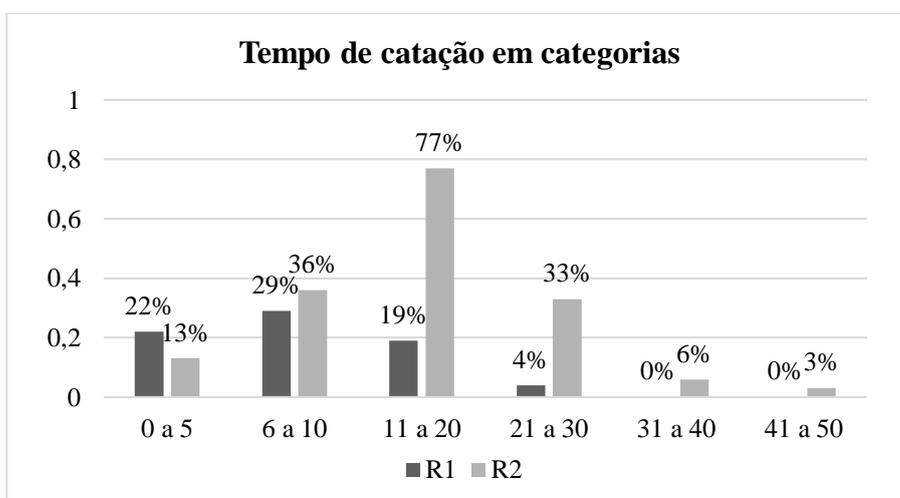
rapidamente enterrado na região 2, o que reduzia o tempo de contato e manuseamento e possivelmente a contaminação. Além disso, outro fator seria que o berílio, o cádmio e o chumbo são metais muito presentes em materiais eletrônicos e esta região possui duas cooperativas que recebem esse material de acordo com a lista do SLU (SLU, 2019d).

As ligas de berílio são usadas para fazer componentes elétricos e eletrônicos ou como materiais de construção de maquinaria e moldes para plásticos e os trabalhadores envolvidos na reciclagem do berílio das ligas, da sucata, ou uso de produtos do berílio podem estar expostos a níveis mais elevados do óxido do berílio (MACÊDO, J.C., 2009). A exposição pode ocorrer pelo ar, água, comida. Além disso, apesar de ser um ponto positivo, o fato de nessa região as cooperativas funcionarem em espaços mais fechados (galpões) pode ter influenciado no aumento da concentração de material particulado.

Outra questão, é que de acordo com uma pesquisa realizada pelo SLU sobre a probabilidade de um indivíduo realizar a separação do lixo, foi demonstrado que existe uma chance 37% menor de regiões com renda média baixa e 53% menor de regiões com renda baixa (região 2) separarem o lixo do que regiões de renda alta e média alta (região 1). Este é outro fator que pode contribuir para que cooperativas da região 3 tenham menos contaminação que as outras e que a região 1 tenha menos que a 2 (CRUZ, B. et al., 2017).

#### **5.4 Correlação entre o tempo de catação e concentração de metais no cabelo e comparação entre regiões**

Só foi possível considerar o dado do tempo de catação de 233 catadores, devido a viés de memória, pois foi coletado posteriormente por meio do questionário realizado pelos alunos do projeto de extensão pare, pense e descarte da UnB-FCE e por intermédio de ligações para as cooperativas. No gráfico 4 nota-se que na região 1 a maior parte do total (29%) trabalha com a catação de 6 a 10 anos de suas vidas, enquanto na região 2 a maior parte do total (77%) trabalha de 11 a 20 anos na catação.



**Gráfico 4.** Tempo de catação categorizado por faixas de tempo e entre regiões

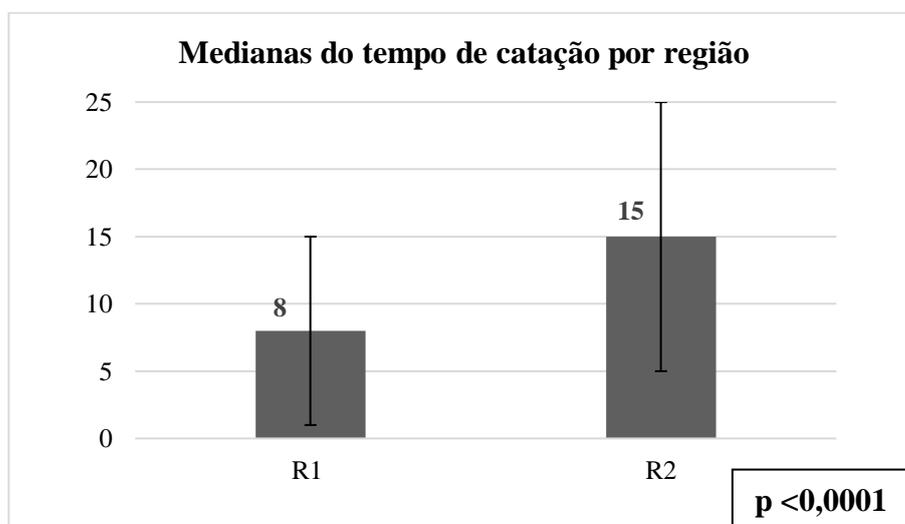
**Tabela 4.** Correlação do tempo de catação e concentração de metais

Metais	N	Coefficiente de Correlação	Intervalo de 95% de Confiança		p-valor
Be	233	0,07772	-0,051312	0,204204	0,2366
As	233	0,10361	-0,025247	0,229081	0,1140
Cd	233	0,04146	-0,087530	0,169078	0,5284
Cu	233	-0,03902	-0,166701	0,089957	0,5530
Pb_207	233	0,00286	-0,125712	0,131329	0,9654
Zn	233	-0,00489	-0,133327	0,123710	0,9408
V	233	0,12349	-0,005108	0,248078	0,0592
Mn	233	0,10892	-0,019881	0,234162	0,0965
Co	233	0,08965	-0,039322	0,215689	0,1719
Mo	233	0,01000	-0,118677	0,138341	0,8792
Sn	233	0,01323	-0,115488	0,141511	0,8406
Ba	233	0,05189	-0,077147	0,179215	0,4299

Fonte: Elaboração própria

Não houve correlação entre o tempo de catação e a concentração de metais para nenhum dos metais (menor valor de  $p=0,0592$  e maior valor de  $p=0,9654$ ). No entanto, os metais Mn ( $p=0,0905$ ) e Vanádio ( $p=0,0592$ ) apresentaram uma forte tendência de correlação, o que demonstra que se houvesse dados dos 317 catadores ou a amostra fosse ainda maior poderia ter

havido significância. O Mn e Vanádio se apresentaram em maior concentração em relação a literatura e são metais que podem produzir efeitos crônicos importantes no SNC. O vanádio pode causar depressão, dor de cabeça, e tremores nos dedos e braços e o manganês causa manganismo que tem sintomas muito parecidos ao Parkinson, depressão e outros (ASTDR (2007; ASTDR, 2012b). Pode ser visualizado no gráfico 5, de acordo com teste de Mann-Whitney, que houve diferença significativa com relação ao tempo de catação entre as regiões ( $p < 0,0001$ ).



**Gráfico 5.** Divisão por sexo e mediana de idade e comparação entre grupos

### 5.5 Concentração de Metais por Sexo

Os valores medianos de Cu e Sn não diferiram entre os sexos. Para os demais metais os valores medianos nos homens foram significativamente maiores do que nas mulheres. Isso pode estar relacionado as mulheres serem mais atentas ao uso dos equipamentos de segurança e ainda a possível interferência, devido as mesmas utilizarem mais cosméticos, que podem remover metais do cabelo.

**Tabela 5.** Valores medianos das concentrações de metais nos cabelos dos catadores, por sexo

Metais*	Sexo		p-valor <sup>#</sup>
	Feminino (n=219)	Masculino (n=98)	
Be	0,001±0,01	0,002±0,01	<b>0,0123</b> <sup>@</sup>
As	0,08±0,05	0,12±0,16	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>
Cd	0,03±0,04	0,04±0,09	<b>0,0005</b> <sup>@</sup>
Cu	12,20±4,89	13,13±9,56	0,0539
Pb 207	0,63±0,77	1,38±3,41	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>
Zn	158,47±55,58	176,64±51,25	<b>0,0005</b> <sup>@</sup>
V	0,18±0,19	0,38±0,68	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>
Mn	1,93±1,53	3,73±5,94	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>
Co	0,05±0,05	0,08±0,15	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>
Mo	0,17±0,21	0,26±0,44	<b>0,0033</b> <sup>@</sup>
Sn	0,21±0,70	0,20±1,65	0,6510
Ba	2,10±2,12	3,78±4,65	< <b>0,0001</b> <sup>@</sup>

\* Valores expressos em mediana±Intervalo Inter Quartil

# p-valor obtido pelo teste de Mann-Whitney. Fonte: Elaboração própria

@ valores que apresentaram diferença estatística

### 5.6 Doenças autodeclaradas

Para as doenças autodeclaradas somente a região 2 (n=205) foi considerada, pois os dados foram obtidos mediante questionário realizado por estudantes do projeto de extensão pare, pense e descarte da Universidade de Brasília- FCE, que trabalhou somente com as cooperativas da estrutural e SIA. Esses dados foram coletados no posto de saúde número 1 da estrutural e em mutirões realizados na cooperativa ambiente.

Os riscos para a saúde e segurança dos catadores em ordem de prevalência são: dor nas articulações, lesões / cortes, problemas respiratórios, desordens gastrointestinais, fadiga, infecção de pele, doenças infecciosas (COWING, M.J., 2013). No estudo de CRUVINEL et al (2019) realizado com essa mesma população, foram encontradas altas prevalências de distúrbios osteomusculares (78,7%), arbovírus (28,6%), diarreia (24,9%), hipertensão (24,2%), bronquite (14,3%), vermes intestinais (12,6%) e diabetes (10,1%).

Na Índia, os principais problemas de saúde ocupacional relatados por várias categorias de trabalhadores de resíduos foram entorse de músculos e ligamentos, cortes e lacerações e

alergias diferentes (THAKUR, P., GANGULY, R., DHULIA, A., 2017). Dermatites, ulcerações da pele, cânceres, distúrbios afetivos, irritação neuromuscular e dor de cabeça, e possíveis modificações no sistema imunológico podem ser causados por resíduos contendo cádmio, manganês, crômio e o níquel. (JAYAKRISHNAN T, JEEJA M, BHASKAR R., 2013)

Foram selecionadas as doenças crônicas mais recorrentes no Distrito Federal, doenças do aparelho circulatório (DAC), diabetes mellitus (DM), neoplasias e doenças respiratórias crônicas (DRC) (RONCA; KNOX; TINOCO, 2017).

**Tabela 6.** Distribuição percentual de doenças autodeclaradas

<b>Doenças</b>	<b>Frequência</b>	<b>Porcentagem</b>
Diabetes ou Glicemia Alta		
<b>Não</b>	147	87,50
<b>Sim</b>	21	12,50
Hipertensão		
<b>Não</b>	138	79,77
<b>Sim</b>	35	20,23
Câncer		
<b>Não</b>	168	97,67
<b>Sim</b>	4	2,33
Depressão		
<b>Não</b>	145	84,30
<b>Sim</b>	27	15,70
Doenças Psiquiátricas		
<b>Não</b>	112	97,39
<b>Sim</b>	3	2,61
Problemas Dermatológicos		
<b>Não</b>	64	36,78
<b>Sim</b>	110	63,22

\* RP = Razão de prevalência

# p-valor obtido pelo ajuste do modelo de regressão de Poisson com variância robusta

Fonte: Elaboração própria

Entretanto, para as análises seguintes, as doenças psiquiátricas e câncer foram excluídas por não possuírem representatividade estatística devido ao pequeno número de respostas positivas.

### 5.6.1 Diabetes ou Glicemia alta

Nenhum metal se mostrou associado significativamente com a ocorrência de diabetes ou glicemia alta. Tanto o sexo quanto o tempo de catação não se mostraram associadas significativamente com a ocorrência de diabetes ou glicemia alta ( $p = 0,3692$  e  $p = 0,7440$ , respectivamente). O Berílio e Cádmio mostraram tendência a correlação com diabetes e glicose alta e estudos mostram que o Cd se eleva nesta patologia e que o Be tem a capacidade de induzir uma resposta automimune de células T, atacando células de ilhotas e outros órgãos, e regula positivamente a morte programada de células T CD4<sup>+</sup> específicas, que podem levar ao aparecimento do diabetes (SPANGLER, J. G., 2012).

**Tabela 7.** Razões de prevalência para ocorrência de glicose ou glicemia alta relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação

Variáveis	RP* (IC 95 %)	p-valor <sup>#</sup>
Be		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,47 (0,20; 1,10)	<b>0,0819<sup>&amp;</sup></b>
As		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,85 (0,31; 2,30)	0,7479
Cd		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,45 (0,19; 1,08)	<b>0,0744<sup>&amp;</sup></b>
Cu		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,69 (0,23; 2,03)	0,5091
Pb 207		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,93 (0,54; 6,93)	0,3132
Zn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,71 (0,29; 1,71)	0,4435
V		

<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,73 (0,56; 5,37)	0,3440
Mn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,09 (0,43; 2,77)	0,8488
Co		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,85 (0,34; 2,14)	0,7388
Mo		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,53 (0,20; 1,41)	0,2025
Sn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	2,02 (0,79; 5,19)	0,1418
Ba		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,92 (0,37; 2,31)	0,8675
Sexo		
<b>Masculino</b>	1	-
<b>Feminino</b>	1,66 (0,55; 5,03)	0,3692
Tempo de Catação	1,01 (0,97; 1,05)	0,7440

\* RP = Razão de prevalência

# p-valor obtido pelo ajuste do modelo de regressão de Poisson com variância robusta

& Tendência a correlação com a doença

Fonte: Dados de cálculos estatísticos

### 5.6.2 Problemas dermatológicos

Apenas o metal Pb 207 se mostrou associado significativamente com a ocorrência de problemas dermatológicos ( $p = 0,0405$ ). Catadores com níveis de Pb 207 acima da mediana apresentam uma prevalência de problemas dermatológicos 39 % maior do que aqueles catadores com níveis de Pb 207 abaixo da mediana. Tanto o sexo quanto o tempo de catação não se mostraram associadas significativamente com a ocorrência de problemas dermatológicos ( $p = 0,2078$  e  $p = 0,8017$ , respectivamente).

Na literatura não existem estudos que relatam efeitos toxicológicos do chumbo relacionados a pele.

**Tabela 8.** Razões de prevalência para ocorrência de problemas dermatológicos relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação

Variáveis	RP* (IC 95 %)	p-valor <sup>#</sup>
Be		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,06 (0,83; 1,36)	0,6353
As		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,01 (0,76; 1,34)	0,9444
Cd		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,86 (0,66; 1,13)	0,2934
Cu		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,91 (0,70; 1,18)	0,4666
Pb 207		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,39 (1,01; 1,89)	<b>0,0405<sup>@</sup></b>
Zn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,02 (0,79; 1,31)	0,8867
V		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,19 (0,79; 1,79)	0,4024
Mn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,91 (0,66; 1,24)	0,5414
Co		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,96 (0,68; 1,35)	0,8168

Mo		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,85 (0,65; 1,12)	0,2463
Sn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,94 (0,71; 1,25)	0,6841
Ba		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,90 (0,68; 1,20)	0,4809
Sexo		
<b>Masculino</b>	1	-
<b>Feminino</b>	1,21 (0,90; 1,63)	0,2078
Tempo de Catação	1,00 (0,99; 1,01)	0,8017

\* RP = Razão de prevalência

# p-valor obtido pelo ajuste do modelo de regressão de Poisson com variância robusta

@Valores com diferença estatística

Fonte: Elaboração própria

### 5.6.3 Hipertensão

Nenhum metal se mostrou associado significativamente com a ocorrência de hipertensão. O tempo de catação se mostrou associado significativamente com a ocorrência de hipertensão. Para cada aumento de um ano no tempo de catação a prevalência de ocorrência de hipertensão aumenta em 3 % ( $p = 0,0414$ ). O zinco acima da mediana apresentou uma tendência a associação com a hipertensão ( $p=0,0801$ ) que pode estar relacionado aos catadores possivelmente não estarem se tratando corretamente com os medicamentos, pois os anti-hipertensivos podem causar hipozincúria (SILVA, I. L. C. D, 2017)

**Tabela 9.** Razões de prevalência para ocorrência de hipertensão relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação

Variáveis	RP* (IC 95 %)	p-valor <sup>#</sup>
Be		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,10 (0,59; 2,07)	0,7596

As		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,07 (0,51; 2,25)	0,8623
Cd		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,92 (0,47; 1,79)	0,8110
Cu		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,84 (0,41; 1,71)	0,6324
Pb 207		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,56 (0,73; 3,32)	0,2522
Zn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,53 (0,26; 1,08)	<b>0,0801<sup>&amp;</sup></b>
V		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,98 (0,36; 2,65)	0,3201
Mn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,64 (0,19; 2,17)	0,4781
Co		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,04 (0,36; 2,97)	0,9466
Mo		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,27 (0,62; 2,63)	0,5145
Sn		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,08 (0,49; 2,38)	0,8437
Ba		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,29 (0,66; 2,49)	0,4554

Sexo		
<b>Masculino</b>	1	-
<b>Feminino</b>	0,90 (0,39; 2,04)	0,7956
Tempo de Catação	1,03 (1,00; 1,06)	<b>0,0414<sup>@</sup></b>

\* RP = Razão de prevalência

# p-valor obtido pelo ajuste do modelo de regressão de Poisson com variância robusta

<sup>@</sup>Valores com diferença estatística

<sup>&</sup>Tendência a correlação com a doença

Fonte: Elaboração própria

#### 5.6.4 Depressão

Apenas os metais V e Mo se mostraram associados significativamente com a ocorrência de depressão. Catadores com níveis de V acima da mediana apresentam uma prevalência de depressão 4,43 vezes maior do que aqueles catadores com níveis de V abaixo da mediana ( $p = 0,0169$ ). Catadores com níveis de Mo acima da mediana apresentam uma prevalência de depressão 2,51 vezes maior do que aqueles catadores com níveis de Mo abaixo da mediana ( $p = 0,0203$ ). O tempo de catação também se mostrou associado significativamente com a ocorrência de depressão. Para cada aumento de um ano no tempo de catação a prevalência ocorrência de depressão aumenta em 5 % ( $p = 0,0092$ ).

**Tabela 10.** Razões de prevalência para ocorrência de depressão relacionadas as concentrações de metais no cabelo ajustada por sexo e tempo de catação

Variáveis	RP* (IC 95 %)	p-valor <sup>#</sup>
Be		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	1,29 (0,64; 2,59)	0,4696
As		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,58 (0,24; 1,40)	0,2263
Cd		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-
<b>Acima da Mediana</b>	0,92 (0,39; 2,18)	0,8540
Cu		
<b>Abaixo da Mediana</b>	1	-

Acima da Mediana	1,67 (0,69; 4,06)	0,2560
Pb 207		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	1,06 (0,55; 2,05)	0,8653
Zn		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	0,60 (0,24; 1,47)	0,2655
V		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	4,43 (1,31; 15,05)	<b>0,0169<sup>@</sup></b>
Mn		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	1,75 (0,83; 3,72)	0,1438
Co		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	2,25 (0,78; 6,49)	0,1326
Mo		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	2,51 (1,15; 5,47)	<b>0,0203<sup>@</sup></b>
Sn		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	0,42 (0,14; 1,24)	0,1174
Ba		
Abaixo da Mediana	1	-
Acima da Mediana	0,45 (0,19; 1,07)	<b>0,0701<sup>&amp;</sup></b>
Sexo		
Masculino	1	-
Feminino	0,64 (0,24; 1,67)	0,3606
Tempo de Catação	1,05 (1,01; 1,09)	<b>0,0092<sup>@</sup></b>

\* RP = Razão de prevalência

# p-valor obtido pelo ajuste do modelo de regressão de Poisson com variância robusta

<sup>@</sup>Valores com diferença estatística

<sup>&</sup>Tendência a correlação com a doença

Fonte: Elaboração própria

Como mostrado anteriormente na tabela 6, as concentrações desses metais se apresentaram acima das referências da literatura e o nível de vanádio apresentou uma tendência de correlação com o tempo de catação, ressaltando a relação entre a concentração no organismo e a possível geração de doenças ou sintomas físicos. De acordo com NAYLOR, G. J. (1984) e SIMONOFF, M., LLABADOR, Y., HAMON, C. et al. (1987) o vanádio pode desempenhar um papel importante nos estados depressivos, regulando a atividade da enzima Na-K ATPase, afetando diretamente a atividade das bombas de sódio de membrana em nível periférico ou cerebral, além de depressão psicótica. Também foi visto em estudo níveis significativamente elevados de vanádio em adultos com depressão, independentemente do tipo de depressão (psicótica ou neurótica) e a gravidade de sua condição.

Corroborando estes estudos, mais recentemente, Li et al. (2013) encontrou alterações neurocomportamentais em trabalhadores chineses expostos ao vanádio, proporcionando assim vínculo epidemiológico entre a exposição ao vanádio e o déficit neurocomportamental. Além disso, observou emoções negativas, como hostilidade à raiva, desânimo-depressão e inércia à fadiga, incluindo baixos escores de coordenação, memória de curto prazo e velocidade de reação foram registradas para trabalhadores expostos. Não foram encontrados estudos que correlacionassem o molibdênio com a depressão.

O Ba também apresentou uma tendência a correlação com a depressão ( $p= 0,0701$ ) e é um metal que reduz os níveis plasmáticos de potássio que pode se relacionar com distúrbios neurológicos, imitando sintomas neurovegetativos, como fraqueza, letargia, apatia, fadiga e reação e humor depressivos.

Além disso, devido as condições precárias de trabalho, o estresse socioeconômico e a exposição a diferentes formas de violência, são fatores que impactam saúde dos trabalhadores e bem-estar geral, podendo levar a depressão (CRUVINEL, V. et al., 2019; ZOLNIKOV et al., 2018).

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho é o primeiro realizado no Brasil avaliando metais em cabelo de catadores de recicláveis e foi possível concluir que o tema tratado é de extrema relevância e precisa ser mais e melhor estudado, principalmente com o objetivo de determinar níveis aceitáveis de metais nessa matriz. Além do mais, estes apresentam toxicidade reconhecida na literatura e é ainda mais relevante de forma crônica, pois a exposição aqui tratada pode ser de mais de 20 anos em algumas pessoas.

A população foi composta por maioria feminina, o que é relacionado a estas terem maior quantidade de cabelos e estarem em maior número em todas as cooperativas. Com relação ao resultado da mediana de concentração de metais foi possível notar que essa população pode estar exposta em maiores quantidades ao vanádio, manganês e molibdênio, que são metais essenciais ao organismo, mas que em grandes quantidades revelam toxicidade, de forma mais relevante neste estudo, as neurológicas. São muitas as fontes de contaminação que podem ser encontradas no ambiente e no lixo, desde o solo e o ar, até os diversos materiais da separação.

Apesar do achado anterior, não se pode inferir com certeza causa e efeito para esses metais, pois o cabelo ainda é uma amostra questionada e outros fatores podem interferir, como alimentação, hábitos de vida e outros. Todas as regiões apresentaram maior concentração de algum metal específico e isso se deve as características individuais de cada região, sendo que a região 1 têm cooperativas com mais recursos e mais saudáveis, além de melhor uso de EPI apesar de possivelmente produzir mais material particulado, devido ao espaço fechado. A região 2 é a mais insalubre e menos uso de EPI, principalmente porque a maioria trabalhava no aterro do Jóquei. A região 3 em sua maior parte tem condições mais parecidas com a 2, mas com uma utilização de EPI um pouco maior, e com a presença de uma cooperativa que recebe material eletrônico, assim como na região 1.

Foi encontrada relação estatística entre Chumbo e doenças dermatológicas, que precisam ser melhor investigadas por futuros estudos e entre Vanádio e Molibdênio com depressão, sendo salientada pela literatura a ocorrência dessa doença na presença do Vanádio.

É necessário portanto, observar a importância do trabalho desses catadores que são os maiores responsáveis pela limpeza do meio ambiente urbano e como ele vem crescendo, e que se crie cada vez mais recursos para melhorar e adequar essa função importantíssima na sociedade. Também é fundamental melhorar as condições de trabalho dessas pessoas, que ainda não são as ideais.

## 7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PERSPECTIVAS FUTURAS

- Não ter atingido o valor mínimo do cálculo amostral
- Ter uma amostra reduzida pelo número de exclusões
- Não ter material de referência de concentração de metais para cabelo de pessoas não expostas no Distrito Federal
- Não ter coletado amostras de um grupo controle
- Não ter respostas das questões de saúde para todos os catadores pelo viés de memória
- Ter utilizado os mesmos tubos após as digestões
- Não ter o ICP-MS para a repetição de algumas análises
- A necessidade de estudar um maior número de doenças

Como perspectivas futuras podem ser citadas a solução das limitações desse estudo e um estudo mais aprofundado dessa população com outras matrizes, como vem sendo feito com unha, saliva, leite e dentes pelo grupo de pesquisa do qual essa dissertação faz parte. Criação de um material de referência certificado para diferentes populações e tipos de exposição, além de mais estudos que relacionem a concentração de metais em cabelo as concentrações sanguíneas, para assim estabelecer a toxicidade de forma mais precisa.

## 8. REFERÊNCIAS

ABDULRAHMAN, F.I. et al. Levels of Heavy Metals in Human Hair and Nail Samples from Maiduguri Metropolis, Borno State, Nigeria. **World Environment**, v. 2, n. 4, p. 81-89, 2012

ALMEIDA C. **Estudos sobre a origem e transformação de selênio e de suas espécies químicas ao longo do processo de refino do petróleo**. 2008. Dissertação (Mestrado em química analítica), Departamento de química, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2008.

ATSDR (Agência para Registro de Doenças e Substâncias Tóxicas) (1999) Um perfil toxicológico para o alumínio. Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA, Serviço de Saúde Pública, Atlanta.

ASTDR (2007). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR BARIUM, Atlanta, GA. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp24.pdf>. Acesso em: 15 dez 2019

ASTDR (2012). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR VANADIUM, Atlanta, GA. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.pdf>. Acesso em: 12 dez 2019a

ASTDR (2017). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MOLYBDENUM, Atlanta, GA. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp212.pdf>. Acesso em: 12 dez 2019

ASTDR (2012). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MANGANESE, Atlanta, GA. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp151.pdf>. Acesso em: 12 dez 2019b

ATRIAN, S.; CAPDEVILA, M. Metallothionein-protein interactions. **Biomol Concepts**, v. 4, n. 2, p. 143-60, 2013.

BARCELOUX, D. G. Chromium. **J Toxicol Clin Toxicol**, v. 37, n. 2, p. 173-94, 1999.

BARCELOUX, D. G.; BARCELOUX, D. Molybdenum. **Journal of Toxicology: Clinical Toxicology**, 37, n. 2, p. 231-237, 1999.

BARTH, A. W. S., C. KONNARIS, R. BLAUENSTEINER, R. WINKER, W. OSTERODE, H. W. RÜDIGER. NEUROBEHAVIORAL EFFECTS OF VANADIUM. **J of Toxicol and Environ Health**, 65, 2002.

BENCKO, V. Nickel: a review of its occupational and environmental toxicology. **J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol**, v.27, p. 237-47, 1983.

BERNHOF, R.A. Cadmium toxicity and treatment. **The Scientific World J**, p.1-7, 2013a.

BERNHOF, R.A. Mercury toxicity and treatment: a review of the literature. **J of environ and public health**, p. 1-10, 2012b

BORDIN, D. C. M.; MONEDEIRO, F. F. S.; CAMPOS, E. G.; ALVES, M. N.R.; BUENO, L. H.P.; MARTINS, B. S. Técnicas de preparo de amostras biológicas com interesses forenses. **Sci. Chrom.** Vol. 7, n. 2, p. 125-143, 2015.

BLAUROCK-BUSCH, E. et al. Metal exposure in the physically and mentally challenged children of Punjab, India. **Maedica (Buchar)**, v.5, p. 102-10, 2010.

CADORE, S., MATOSO, E., SANTOS, M. A espectrometria atômica e a determinação de elementos metálicos em material polimérico. **Quím Nova**, São Paulo, v.31, n.6, p.1533-1542, 2008.

CALOU, I.B.F., CERQUEIRA, G.S., SIQUEIRA, R. M. P. Neurotoxicidade do ferro na fisiopatologia da doença de Parkinson. **Revista Intertox-Eco Advisor de Toxicol Risco Amb e Soc**, v. 8, n. 1, p. 45-57, fev. 2015.

CAMILLA, A. Desenvolvimento e mecanismo de ação da canície e queda capilar. **Rev de Iniciação Cient, Tec e Artística**, v. 6, p. 2-18, 2017.

CARDOSO, L. M. N; CHASIN, A. A. M. Ecotoxicologia do cádmio e seus compostos. **Série Cadernos de Referência Ambiental**, v.6, p.121, 2001.

CARNEIRO, M.F et al. Assessment of trace elements in scalp hair of a young urban population in Brazil. **Biol Trace Elem Res**, v.143, p. 815-24, 2011a.

CARNEIRO, M.F et al. Background Values for Essential and Toxic Elements in Children's Nails and Correlation with Hair Levels. **Biol Trace Elem Res**, v.143, p. 815-24, 2011b.

CARNEIRO, Maria Tereza W.D. et al. Intervalos de referência para elementos menores e traço em cabelo humano para a população da cidade do Rio de Janeiro - Brasil. **Quím Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 37-45, 2002.

CAROLI, S. et al. Diagnostic Potential of Hair Analysis as Applied to the Goldsmith Sector. **Microchem J**, v. 59, n. 1, p. 32-44, 1998.

CETEM. **Resíduos de origem eletrônica**. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/313/1/sta-57.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

CHUNG, H., CHOE, S. Overview of Forensic Toxicology, Yesterday, Today and in the future. **Curr Pharm Des**, v. 23, p. 5429-5436, 2017.

CONCEIÇÃO, M. L. C.; CAVALCANTI, C. L. C. Avaliação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) na Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) do Restaurante Universitário da UFPB. **Rev. Conc.**, 2001, v. 4, p.1-12.

COOPER, G. A. Hair testing is taking root. **Ann Clin Biochem**, v. 48, n. 6, p. 516-30, 2011.

Cooper, G. a. A., Kronstrand, R. e Kintz, P. 2012. Society of Hair Testing guidelines for drug testing in hair. *Forensic Science International*, 218, pp. 20-24.

COWING, M. J. **Health and Safety Guidelines for Waste Pickers in South Sudan**. South Sudan: 2013. Disponível em: <http://unep.org/SouthSudan/>. Acesso em: 10 jan. 2019

CRISTALDO, H. Lixão de Brasília é fechado; catadores criticam transferência para galpões. **Agência Brasília**, 2018.

Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-01/lixao-de-brasilia-e-fechado-catadores-criticam-transferencia-para-galpoes>>. Acesso em: 5 jun 2019.

CRUVINEL V, ARAUJO W, MARTINS C, ALVARENGA J. Perfil dos catadores de resíduos sólidos do Distrito Federal: uma análise comparativa entre associações da Ceilândia e Estrutural. **Hegemonia**, 2017.

CRUVINEL, V. R. N.; MARQUES, C. P.; CARDOSO, V.; NOVAES, M. R. C. G. *et al.* Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. **BMC public health**, v. 19, n. 1, p. 581-581, 2019.

DÂNGELO, J.G & FATTINI, C.A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar: para o estudante de medicina**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Atheneu, (2000).

DE GROOT, H.J et al. Determination by flameless atomic absorption of aluminium in serum and hair for toxicological monitoring of patients on chronic intermittent haemodialysis. **Pharm Weekbl Sci**, v.6, p. 11-5, 1984.

DRAGO, D. et al. Potential pathogenic role of beta-amyloid(1-42)-aluminum complex in Alzheimer's disease. **Int J Biochem Cell Biol**, v. 40, n. 4, p. 731-46, 2008.

DUFFUS, J.H. "Heavy metals"- a meaningless term? (IUPAC Technical Report). **Pure and Applied Chemistry**, Research Triangle Park, NC, v.74, n.5, p.793-807, 2002.

EGREJA F., FERNANDO B. et al. Avaliação quimiométrica da distribuição de metais pesados em composto de lixo urbano domiciliar. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 324-328, June 1999.

EIZADI MOOD, N. Hair in toxicology: an important bio-monitor. **J of Epidem and Community Health**, v. 61, n. 6, p. 559-559, 2007.

EUFRÁSIO, J., MACHADO, M. Catadores ainda tentam se firmar após fechamento do lixão da Estrutural. **Correio Braziliense**, 20 jan 2019.

Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2019/01/20/interna\\_cidadesdf,731621/catadores-tentam-se-firmar-apos-fechamento-do-lixao-da-estrutura.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2019/01/20/interna_cidadesdf,731621/catadores-tentam-se-firmar-apos-fechamento-do-lixao-da-estrutura.shtml)> Acesso em: 9 jun 2019.

FERREIRA, J.; ANJOS, L. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 689-696, jun 2001.

FERRON, M. **Saúde, trabalho e meio ambiente: exposição a metais em catadores de materiais recicláveis**. 2015.Tese (Doutorado em Ciências) — Faculdade de medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

FOWLER, B. A. et al. **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3 ed. San Diego, 2007.

GAGAN MATTA, L. G. Inorganic Toxicity: Barium. *In*: KUMAR, A. (Ed.). **Inorganic toxicity: Environmental & Human Health**, 2013.

GALVÃO, W. Com Lixão fechado, reciclagem e condições de trabalho ainda são desafios.

**Correio Braziliense**, Brasília, 17 mar 2018.

Disponível em: <  
[https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/cidades/2018/03/17/interna\\_cidadesdf,666684/com-lixao-fechado-reciclagem-e-condicoes-de-trabalho-sao-desafios.shtml](https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/cidades/2018/03/17/interna_cidadesdf,666684/com-lixao-fechado-reciclagem-e-condicoes-de-trabalho-sao-desafios.shtml)>. Acesso em 5 jun. 2019.

GENTER, M. B. Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, and Radium. **Patty's Toxicology**, p. 145–166, 2012.

GORDO, J. **O cabelo como amostra biológica em toxicologia forense: colheita, análise e áreas de aplicação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Departamento de Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Portugal, 2013.

GOULLE, J. P. et al. Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair. Reference values. **Forensic Sci Int**, 153, n. 1, p. 39-44, Out, 2005.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun.,2012.

GONÇALVES, M.R.; S.L.R.O. Motta; V.R.N. Cruvinel; V.S. Santos. Análises toxicológicas: Revisão sobre o uso do cabelo e da unha como matrizes biológicas. **Rev. Bras. Crimin.** No prelo.

HUGHES, M. F. Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. **Toxicol Lett**, v. 133, n. 1, p. 1-16, 2002.

JAMALL, I.S, JAFFER, R.A. Elevated iron levels in hair from steel mill workers in Karachi, Pakistan. **Bull Environ Contam Toxicol**, v. 39, p. 608-14, 1987.

JAYAKRISHNAN T, JEEJA M, BHASKAR R. Occupational health problems of municipal solid waste management workers in India. **Int J Environ Health Eng**, 2013.

JUNQUEIRA, L.C., CARNEIRO, J. **Histologia básica: texto e atlas**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

JURSA, T.; STEIN, C.; SMITH, D. Determinants of Hair Manganese, Lead, Cadmium and Arsenic Levels in Environmentally Exposed Children. **Toxics**, 6, p. 19, 2018.

KILIC, E et al. Chromium and manganese levels in the scalp hair of normals and patients with breast cancer. **Biol Trace Elem Res**, v. 102, p. 19-25, 2004.

KINTZ, P. Hair Analysis in Forensic Toxicology: An Updated Review with a Special Focus on Pitfalls. **Curr Pharm Des**, v. 23, n. 36, p. 5480-5486, 2017.

KLAASSEN, C. D.; WATKINS III, J. B. **Fundamentos em toxicologia de Casarett e Doul**. 2. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012. 472p.

KUBOVÁ, J. et al. Determination of lead and cadmium in human hair by atomic absorption spectrometric procedures after solid phase extraction. **Analytica Chimica Acta**, v. 337, n. 3, p.

329-334, 1997/01/30/ 1997.

LAVRADAS, R. T. **Determinação de metais (Cu, Fe, Zn, Pb, Cd e Ni) em tecidos de organismos marinhos da Baía da Ilha Grande, RJ, Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em química) — Departamento de química, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2012.

LEBEAU, M. A.; MONTGOMERY, M. A. E; BREWER, J. D. The role of variations in growth rate and sample collection on interpreting results of segmental analyses of hair. **Forensic Science International**, v. 210, n. 1-3, p. 110-116, 2011.

LEONARD L. LANCE, M. P. G., CHARLES F. LACY, LORA L. ARMSTRONG. **Medicamentos Lexi-comp Manole.** 1 ed. EUA: Lexi-Comp INC, 2009. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=KyBpD0JnLocC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=KyBpD0JnLocC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 10 jan 2020.

LI, H., ZHOU, D., ZHANG, Q., FENG, C., ZHENG, W., HE, K., LAN, Y. Vanadium exposure induced neurobehavioral alterations among Chinese Workers. **NeuroToxicology**, n. 36, p. 49–54, 2013.

LIMA-COSTA, Maria Fernanda; BARRETO, Sandhi Maria. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 189-201, dez. 2003.

MACEDO, J. C. **Lixo tecnológico, contexto e soluções.** Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) — Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal da Bahia, 2009. - Ciência da Computação, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2009.

MARTINS, José de Souza. A escravidão nos dias de hoje e as ciladas da interpretação: (reflexões sobre riscos da intervenção subinformada). In: **Trabalho escravo no Brasil contemporâneo** [S.l: s.n.], 1999.

MCCRAE, J. Manganese in Hair. **South African Journal of Chemistry** , v. 6, n. 1, p. 18 – 19, 1923.

MENEZES-FILHO, J.A et al. Environmental Co-Exposure to Lead and Manganese and Intellectual Deficit in School-Aged Children. **Int J Environ Res Public Health**, v. 15, 2018.

METAL. In: **DICIONÁRIO da língua portuguesa.** Brasil: Michaelis, 2019. <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/metal/>>. Acesso em: 11 jan. 2019

MIEKELEY, N.; DE CARVALHO FORTES, L. M.; PORTO DA SILVEIRA, C. L.; LIMA, M. B. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism. **J of Trace Elem in Med and Biol**, 15, n. 1, p. 46-55, 2001.

MIKULEWICZ, M. et al. Reference values of elements in human hair: a systematic review. **Environ Toxicol Pharmacol**, v. 36, n. 3, p. 1077-86, Nov 2013.

MOLINA-VILLALBA, I et al. Biomonitoring of arsenic, cadmium, lead, manganese and mercury in urine and hair of children living near mining and industrial areas. **Chemosphere**,

v.124, p. 83-91, 2015.

MOOD, E.N. Hair in toxicology: an important bio-monitor. **J Epidemiol Community Health**, v. 61, n. 6, 2007.

MOREIRA FR, MOREIRA JC. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. *Rev Panam Salud Publica*. 2004;15(2):119-29.

NAYLOR, G. J. Vanadium and manic depressive psychosis. **Nutr Health**, 3, n. 1-2, p. 79-85, 1984.

NGWA H.A.; AY M., JIN H.; ANANTHARAM V.; NTHASAMY A.; KANTHASAMY A.G. (2017) Neurotoxicity of Vanadium. In: Aschner M., Costa L. (eds) **Neurotoxicity of Metals**. Advances in Neurobiology, vol 18. Springer, Cham

OLIVEIRA, J et al. Níveis de contaminação por metais pesados na área de disposição de resíduos sólidos no município de Januária- MG. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, 2019.

O'NEAL, S. L.; ZHENG, W. Manganese Toxicity Upon Overexposure: a Decade in Review. **Current environ health reports**, 2, n. 3, p. 315-328, 2015.

PAPANIKOLAOU, G.; PANTOPOULOS, K. Iron metabolism and toxicity. **Toxicol Appl Pharmacol**, v. 202, n. 2, p. 199-211, 2005.

PASCALICCHIO, A. A. E. **Contaminação por metais pesados: saúde pública e medicina ortomolecular**. 2002. São Paulo: Anna Blume, 2002.

PATRICK, L. Mercury toxicity and antioxidants: Part 1: role of glutathione and alpha-lipoic acid in the treatment of mercury toxicity. **Altern Med Rev**, v. 7, n. 6, p. 456-71, Dec 2002.

PEREIRA, R. O lixão de Brasília. Disponível em: [http://slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/reportagem\\_revista\\_lixao.pdf](http://slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/reportagem_revista_lixao.pdf)>. Acesso em: 08 mar 2019.

PUBLISHERS, W. A. Hair mineral analysis in the assessment of human exposure to metals. In: PREEDY, V. R. (Ed.). **Handbook of hair in health and disease**, 2012.

POHL, H.; RONEY, N.; ABADIN, H. Metal ions affecting the neurological system. **Metal ions in life sciences**, v. 8, p. 247-262, 2011.

POZEBON, D., DRESSLER, V.L, CURTIUS, A.J. Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações. **Química Nova**, v. 22, p. 838-846, 1999.

PRAGST, F., BALIKOVA, M. A. State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. **Clínica Chimica Acta**, v. 370, p. 17-49, 2006.

REDDY, D. H. K.; SESHIAH, K.; REDDY, A. V. R.; RAO, M. M. *et al*. Biosorption of Pb<sup>2+</sup> from aqueous solutions by *Moringa oleifera* bark: equilibrium and kinetic studies. **Journal of hazardous materials**, 174, n. 1-3, p. 831-838, 2010.

RONCA; KNOX; TINOCO. Da morbidade, fatores de risco e de proteção das doenças crônicas não transmissíveis no distrito federal. **Informativo epidemiológico**, Brasília, dez 2017. Disponível em: <http://www.saude.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Epidemiologico-Da-morbidade-fatores-de-risco-e-de-doen%C3%A7as-cr%C3%B4nicas-n%C3%A3o-transmissiveis-no-DF-.pdf>. Acesso em: 12 dez 2019

Roza O, Berman LB. 1971. The pathophysiology of barium: Hypokalemic and cardiovascular effects. **J Pharmacol Exp Ther**, v. 177, p. 433-439.

SACHS, H. History of hair analysis. **Forensic Science International**, v. 84, n. 1, p. 7-16, 1997. SANTORO et al. The certification of the mass fraction of the total content of As, Cd, Cu, Hg, Pb, Se and Zn in human hair: ERM® - DB001. Disponível em: <https://crm.jrc.ec.europa.eu/p/40455/40462/By-material-matrix/Human-materials/ERM-DB001-HUMAN-HAIR-trace-elements/ERM-DB001>. Acesso em: 01 nov. 2019

SASLAVSKY, P. Queratina. **Instituto Schulman de Investigação Científica**, 2019. Disponível em: < <http://isic.net.br/artigo-68>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

SCINICARIELLO, F. et al. Lead and delta-aminolevulinic acid dehydratase polymorphism: where does it lead? A meta-analysis. **Environ Health Perspect**, v. 115, n. 1, p. 35-41, Jan 2007.

SCHIFER, T.S; STANISLAU, J. B; MONTANO, M.A.E. Aspectos toxicológicos do chumbo. **Infarma**, v.17, n. 5/6, 2005

SILVA, A.; GONCALVES, R. Espécies reativas de oxigênio e como doenças respiratórias em grandes animais. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 994-1002, abril de 2010.

SILVA, I. L. C. D. **Excreção de zinco na urina em indivíduos com síndrome metabólica em uso de terapias anti-hipertensivas**. 2017. Monografia (Bacharelado em Nutrição) — Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2017.

SIMONOFF, M., LLABADOR, Y., HAMON, C. ET AL. Vanadium in depression and cirrhosis. **J of Radioanalytical and Nuclear Chem, Articles**, n.113, p.107–117, 1987.

SKALNY, A. V.; SKALNAYA, M. G.; TINKOV, A. A.; SEREBRYANSKY, E. P. et al. Reference values of hair toxic trace elements content in occupationally non-exposed Russian population. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, 40, n. 1, p. 18-21, 2015.

SKERFVING, S. Methylmercury exposure, mercury levels in blood and hair, and health status in Swedes consuming contaminated fish. **Toxicology**, v.2, p. 3-23, 1974.

SLU. Relatório de atividades SLU. Brasília, DF: SLU, 2017a. Disponível em: < [http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/rel\\_anual\\_de\\_atividades\\_2017\\_-\\_slu\\_05\\_04\\_2018.pdf](http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/rel_anual_de_atividades_2017_-_slu_05_04_2018.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SLU. Relatório de atividades SLU. Brasília, DF: SLU, 2018b. Disponível em: < [http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/relatorio\\_atividades\\_primeiro\\_semestre\\_2018.pdf](http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/relatorio_atividades_primeiro_semestre_2018.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SLU. Relatório Coleta Seletiva no Distrito Federal: Percepções e Avaliações dos Cidadãos. Brasília, DF: SLU, 2017c. [http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/coleta\\_seletiva\\_distrito\\_federal.pdf](http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/coleta_seletiva_distrito_federal.pdf). Acesso em: 12 dez 2019

SLU. Lista completa de pontos de entrega. Brasília, DF: SLU, 2019d. Disponível em: [http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/LISTA-COMPLETA-DE-PONTOS-DE-ENTREGA\\_02\\_JANEIRO2019.pdf](http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/LISTA-COMPLETA-DE-PONTOS-DE-ENTREGA_02_JANEIRO2019.pdf). Acesso em: 12 dez 2019

SPANGLER, J. G. Diabetes mortality and environmental heavy metals in North Carolina counties: An ecological study. **Journal of Diabetes Mellitus** 2, n. 4, p. 369-372, 2012.

TAVAKKOLI, L.; KHANJANI, N. Environmental and occupational exposure to cadmium in Iran: a systematic review. **Rev Environ Health**, v. 31, n. 4, p. 457-463, Dec 1 2016.

THAKUR P, GANGULY R, DHULIA A. Occupational Health Hazard exposure among municipal solid waste workers in Himachal Pradesh, India. *Waste Manag.* 2018;78:483–489.

THIERY, M., HEYNDRICKX, A, UYTTERSROT, C. Hair copper in intrauterine copper device users. **IRCS J Med Sci**, v, 12, p. 247, 1984.

VALKO, M.; MORRIS, H.; CRONIN, M. T. Metals, toxicity and oxidative stress. **Curr Med Chem**, v. 12, n. 10, p. 1161-208, 2005.

VILLAIN, M., CIRIMELE, V., KINTZ, P. Análise capilar em toxicologia. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, v. 42, p.1265-1272, 2005.

VYSKOČIL, A.; VIAU, C. Assessment of molybdenum toxicity in humans. **Journal of Applied Toxicology**, 19, n. 3, p. 185-192, 1999.

WEGRZYNOWICZ, M.; HOLT, H. K.; FRIEDMAN, D. B.; BOWMAN, A. B. Changes in the striatal proteome of YAC128Q mice exhibit gene-environment interactions between mutant Huntingtin and manganese. **J Proteome Res**, v. 11, n. 2, p. 1118-1131, 2013.

WIERZBICKI, T. Determination of vanadium species in environmental samples. **Talanta**, 64, p. 823–829, 2004.

WILHELM, M., LOMBECK, I, OHNESORGE, F.K. Cadmium, copper, lead and zinc concentrations in hair and toenails of young children and family members: a follow-up study. **Sci Total Environ**, v. 141, p. 275-80, 1994.

## 9. APÊNDICES E ANEXOS

### APÊNDICE 1

- Questionário sobre cabelo

Histórico capilar para análises de metais

Por fim, vou lhe fazer as últimas perguntas relacionadas ao seu cabelo

1. Qual foi a última vez que você cortou o cabelo?	Meses	<input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>
2. Você já pintou o cabelo?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="text"/>
3. Com qual frequência você pinta o cabelo?	Meses	<input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>
4. Qual foi a última vez que você pintou o cabelo?	Meses	<input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>
5. Você já fez alisamento no cabelo?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="text"/>
6. Com qual frequência você alisa o cabelo?	Meses	<input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>



## ANEXO 1

- Parte do questionário sobre saúde do projeto pare, pense e descarte. Questões selecionadas: 104, 108, 136, 157, 181, 183

### CONDIÇÕES DE SAÚDE

Agora vou fazer algumas perguntas sobre sua saúde e doenças que pode ter tido ou tem

### DOENÇAS CRÔNICAS

Agora vou fazer algumas perguntas sobre outros problemas de saúde

7. Quando foi a última vez que você mediu a pressão? 1. Há menos de 6 meses 2. Entre 6 meses e menos de 1 ano 3. Entre 1 ano e menos de 2 anos 4. Entre 2 anos e menos de 3 anos 5. Há 3 anos ou mais 6. Nunca fez	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
8. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de <b>hipertensão arterial</b> (pressão alta)?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>
9. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de hipertensão arterial (pressão alta)?	<b>Anos</b>
10. Quando foi a última vez que o(a) sr(a) recebeu assistência médica por causa da hipertensão arterial? 1. Há menos de 6 meses 2. Entre 6 meses e menos de 1 ano 3. Entre 1 ano e menos de 2 anos 4. Entre 2 anos e menos de 3 anos 5. Há 3 anos ou mais 6. Nunca recebeu	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
11. Quando foi a última vez que você fez exame de sangue para medir a <b>glicemia</b> , isto é, o açúcar no sangue? 1. Há menos de 6 meses 2. Entre 6 meses e menos de 1 ano 3. Entre 1 ano e menos de 2 anos 4. Entre 2 anos e menos de 3 anos 5. Há 3 anos ou mais 6. Nunca fez	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
12. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de <b>diabetes</b> ou açúcar no sangue?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>
13. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de diabetes	<b>Anos</b>
14. Quando foi a última vez que você recebeu assistência médica por causa da diabetes? 1. Há menos de 6 meses 2. Entre 6 meses e menos de 1 ano 3. Entre 1 ano e menos de 2 anos 4. Entre 2 anos e menos de 3 anos 5. Há 3 anos ou mais 6. Nunca recebeu	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
15. Quando foi a última vez que você fez exame de sangue para medir o <b>colesterol</b> e triglicerídeos? 1. Há menos de 6 meses 2. Entre 6 meses e menos de 1 ano 3. Entre 1 ano e menos de 2 anos 4. Entre 2 anos e menos de 3 anos 5. Há 3 anos ou mais 6. Nunca fez	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
16. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de colesterol alto?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>

17. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de colesterol alto?	<b>Anos</b>	__  __
18. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de uma doença do coração, tais como infarto, angina, insuficiência cardíaca ou outra?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
19. Infarto	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
20. Insuficiência cardíaca	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
21. Outra (especifique) _____		
22. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de AVC (Acidente Vascular cerebral) ou derrame	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
23. Qual idade você tinha no primeiro diagnóstico do derrame (ou AVC)	<b>Anos</b>	__  __
24. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de insuficiência renal crônica?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
25. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de insuficiência renal crônica?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__

### PROBLEMAS NO APARELHO DIGESTIVO

Agora vou fazer algumas perguntas sobre sua saúde intestinal

26. No último ano você teve problema de vermes?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
27. Como sabe?		__
1. Eliminou vermes      2. Fez exame de fezes      3. O médico diagnosticou      4. Outro		
28. Alguma vez na vida teve leptospirose (doença do rato)?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
29. Há quanto tempo ocorreu?	<b>Anos</b>	__  __
30. Como sabe que teve leptospirose?		__
1. O médico diagnosticou      2. Confirmação através de exames      3. Outro		
31. No último mês teve diarreia?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
32. Quando começou?	<b>Dias</b>	__  __
33. Ainda está com diarreia?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
34. Você tem ou já teve úlcera	<b>0. Não 1. Sim</b>	
35. Você teve sangramento digestivo?	<b>0. Não 1. Sim</b>	__

### PROBLEMAS MUSCULOESQUELÉTICOS

Agora vou fazer algumas perguntas sobre sua saúde física

36. No último ano já teve alguma dor ou desconforto em?		
1. Pescoço	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
2. Ombros	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
3. Cotovelos	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
4. Pulso ou mão	<b>0. Não 1. Sim</b>	__
5. Coluna torácica	<b>0. Não 1. Sim</b>	__

6. Coluna lombar	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
7. Coxas	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
8. Pernas	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
9. Joelhos	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
10. Tornozelos	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
37. Este problema atrapalhou para fazer alguma coisa em casa ou fora de casa, alguma vez, no último ano?	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
38. Você teve esta dor alguma vez nos últimos 7 dias?	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
39. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de artrite ou reumatismo?	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
40. Você tem algum problema crônico de coluna como dor crônica nas costas ou no pescoço, lombalgia, dor ciática, problemas nas vértebras ou disco?	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
41. Que idade você tinha quando começou a ter dor nas costas?	<b>Anos</b>	<input type="checkbox"/>
42. Algum médico já lhe deu o diagnóstico de DORT (distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho)?	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
43. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de DORT?	<b>Anos</b>	<input type="checkbox"/>

#### PROBLEMAS DERMATOLÓGICOS

Agora vou fazer algumas perguntas sobre a sua pele

44. No último ano teve ( <b>ler as opções</b> ):		
1. Coceiras e irritações na pele	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
2. Feridas com pus	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
3. Bolhas	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
4. Calos	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
5. Problemas nas unhas	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
6. Piolho	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
7. Sarna	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
8. Bicho-de-pé	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
9. Bicheira, berne	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
10. Cobreiro	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
11. Manchas na pele com dormência na área	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
45. Outros: _____		

#### PROBLEMAS RESPIRATÓRIOS

Agora vou fazer algumas perguntas sobre seu pulmão

46. Você já teve chiado no peito alguma vez na vida?	0. Não 1. Sim	<input type="checkbox"/>
--	---------------	--------------------------

47.Com que idade teve a primeira crise de chiado no peito?	<b>Anos/meses</b>	_ _ .  _ _
48.No último ano, teve chiado no peito?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
49.Quando parou de ter crises de chiado no peito?	<b>Anos/meses</b>	_ _ .  _ _
50.No último ano, teve quantas crises de chiado no peito?	n. de crises	_ _ _ _
51.Precisou de remédios para aliviar alguma destas crises?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
52.No último ano, teve chiado no peito depois de correr ou trabalhar?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
53.Já teve tosse seca à noite sem estar gripado?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
54.Alguma vez o médico disse que tinha asma?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
55.Alguma vez o médico disse que tinha bronquite?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
56.Nos últimos 12 meses você teve alguma crise de asma?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
57.Tem ou já teve algum outro problema de pulmão?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
58.Qual? _____		
59.Alguma vez o médico disse que tinha tuberculose?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
60.Você recebeu tratamento?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
61.Você terminou o tratamento?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
62.Que idade você tinha no primeiro diagnóstico da doença no pulmão?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
63.No último ano, teve pneumonia ou pontada no peito?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
64.Quantas vezes?		_ _
65.Quem lhe disse que era pneumonia ou pontada na última vez que teve? <b>1.</b> Médico <b>2.</b> Enfermeiro <b>3.</b> Farmacêutico <b>4.</b> Outro		_ _
66.Você recebeu tratamento?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
67.Onde? <b>1.</b> Casa <b>2.</b> Hospital <b>3.</b> Centro de Saúde <b>4.</b> Ambulatório		_ _

## CÂNCER

Agora vou fazer algumas perguntas sobre

68.Algum médico já lhe deu o diagnóstico de câncer?	<b>0. Não 1. Sim</b>	_ _
69.No primeiro diagnóstico de câncer, que tipo de câncer você tem ou teve? <b>1.</b> Pulmão <b>2.</b> Intestino <b>3.</b> Estômago <b>4.</b> Mama <b>5.</b> Colo de útero (só para mulheres)		_ _

<b>6.</b> Próstata (só para homens) <b>7.</b> Pele <b>8.</b> Boca <b>9.</b> Outro (Especifique) _____	
70. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de câncer?	__ __
71. Em geral, em que grau o câncer ou algum problema provocado pelo câncer limita as suas atividades habituais (tais como trabalhar, realizar afazeres domésticos, etc.)? <b>1.</b> Não limita <b>2.</b> Um pouco <b>3.</b> Moderadamente <b>4.</b> Intensamente <b>5.</b> Muito intensamente	__
72. Você recebeu tratamento? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
73. Onde? <b>1.</b> Hospital <b>2.</b> Ambulatório	__  __
74. Qual tipo de tratamento? ( <b>Ler as opções</b> )	
<b>1.</b> Cirurgia <b>2.</b> Quimioterapia <b>3.</b> Radioterapia	__

#### SAÚDE MENTAL E PERCEPÇÃO DO TRABALHO

Agora vou fazer algumas perguntas sobre saúde mental e a maneira que você vê o seu trabalho

75. Você tem dores de cabeça frequente? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
76. Você tem falta de apetite? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
77. Você dorme mal? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
78. Você se assusta com facilidade? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
79. Você tem tremores nas mãos? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
80. Você se sente nervoso, tenso ou preocupado? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
81. Você tem má digestão? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
82. Você sente que suas ideias ficam embaralhadas de vez em quando? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
83. Você tem se sentido triste ultimamente? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
84. Você tem chorado mais do que de costume? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
85. Você consegue sentir algum prazer nas atividades diárias? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
86. Você tem dificuldade de tomar decisões? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
87. Você acha que seu trabalho é penoso, te causa sofrimento? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
88. Você acha que tem um papel útil na sua vida? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
89. Você tem perdido o interesse pelas coisas? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__
90. Você se sente uma pessoa sem valor? <b>0.</b> Não <b>1.</b> Sim	__

91. Você alguma vez pensou em acabar com a sua vida?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
92. Você se sente cansado o tempo todo?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
93. Algum médico ou profissional de saúde mental (Como psiquiatra ou psicólogo) já lhe deu o diagnóstico de depressão?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
94. Qual idade você tinha no primeiro diagnóstico de depressão?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
95. Algum médico ou profissional de saúde mental (como psiquiatra ou psicólogo) já lhe deu o diagnóstico de outra doença mental, como esquizofrenia, transtorno bipolar, psicose ou TOC (Transtorno obsessivo compulsivo)?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
96. Quais? _____		
97. Esquizofrenia	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
98. Transtorno bipolar	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
99. TOC (Transtorno obsessivo compulsivo)?	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
100. Outro (Especifique) _____		
101. Que idade você tinha no primeiro diagnóstico de transtorno mental?		<input type="checkbox"/>

#### USO DE MEDICAMENTOS

Agora vou fazer algumas perguntas sobre o uso de medicamentos

102. Utiliza medicamentos de uso contínuo? (Todos os dias)	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>
103. Para que problemas utiliza estes medicamentos?		
1. Hipertensão ou pressão alta		<input type="checkbox"/>
2. Angina? Dor ou desconforto torácico?		<input type="checkbox"/>
3. Diabetes ou açúcar no sangue		<input type="checkbox"/>
4. Asma		<input type="checkbox"/>
5. Hepatite		<input type="checkbox"/>
6. Aids		<input type="checkbox"/>
7. Colesterol ou triglicérides		<input type="checkbox"/>
8. Anticoncepcional		<input type="checkbox"/>
9. Insônia		<input type="checkbox"/>
10. Depressão		<input type="checkbox"/>
11. Artrite/artrose		<input type="checkbox"/>
12. Dores		<input type="checkbox"/>
13. Outros (Especifique) _____		
104. Você consegue todos esses medicamentos que precisa? (Comprar, pegar no posto ou farmácia popular?)	<b>0. Não</b> <b>1. Sim</b>	<input type="checkbox"/>

105.	Você já encontrou medicamentos no lixo?	<b>0.</b> Não	<b>1.</b> Sim	<input type="checkbox"/>
106.	Você já utilizou medicamentos encontrados no lixo?	<b>0.</b> Não	<b>1.</b> Sim	<input type="checkbox"/>
107.	Você conhece alguém que já utilizou medicamentos encontrados no lixo?	<b>0.</b> Não	<b>1.</b> Sim	<input type="checkbox"/>

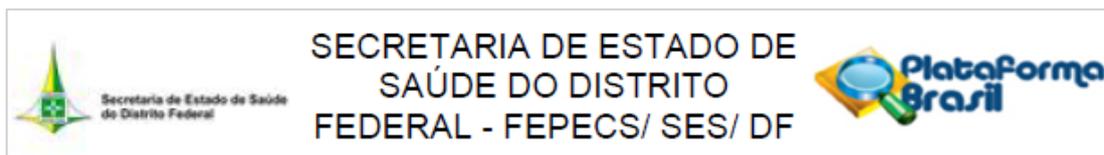
#### SAÚDE DA MULHER

Agora vou lhe fazer perguntas sobre história reprodutiva.

108.	Já ficou grávida alguma vez? (Mesmo que a gravidez não tenha chegado até o final)?	<b>0.</b> Não	<b>1.</b> Sim	<input type="checkbox"/>
109.	Com que idade teve a primeira gravidez?	<b>Anos</b>		<input type="text"/>
110.	Já teve algum aborto espontâneo?	<b>0.</b> Não	<b>1.</b> Sim	<input type="checkbox"/>
111.	Quantos?	<input type="text"/>		
112.	Já teve algum aborto provocado?	<b>0.</b> Não	<b>1.</b> Sim	<input type="checkbox"/>
113.	Quantos?	<input type="text"/>		
114.	Quantos partos já teve?	<input type="text"/>		
115.	Quantos partos foram cesarianas?	<input type="text"/>		
116.	Quantos filhos nasceram vivos (ou seja, que apresentaram algum sinal de vida ao nascer)?	<input type="text"/>		
117.	Dos filhos nascidos vivos, algum faleceu?	<input type="text"/>		
118.	Se sim, qual foi a causa? _____			
119.	Quantos filhos nasceram com algum problema de saúde, deficiência ou algum tipo de má formação?	<input type="text"/>		

## ANEXO 2

- Comitê de ética



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Água, Ambiente e Saúde: O impacto na condição de vida dos catadores de materiais recicláveis

**Pesquisador:** Vanessa Viana Cardoso

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 55754216.5.0000.5553

**Instituição Proponente:** Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.598.531

**Apresentação do Projeto:**

Já descrito anteriormente

**Objetivo da Pesquisa:**

Já descrito anteriormente

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Já descrito anteriormente

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Já descrito anteriormente

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Já descrito anteriormente

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências foram sanadas satisfatoriamente.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

**Endereço:** SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS  
**Bairro:** ASA NORTE **CEP:** 70.710-904  
**UF:** DF **Município:** BRASILIA  
**Telefone:** (61)3325-4955 **Fax:** (33)3325-4955 **E-mail:** comitedeetica.secretaria@gmail.com



Secretaria de Estado de Saúde  
do Distrito Federal

SECRETARIA DE ESTADO DE  
SAÚDE DO DISTRITO  
FEDERAL - FEPECS/ SES/ DF



Continuação do Parecer: 1.598.531

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_709305.pdf	09/06/2016 07:33:23		Aceito
Outros	QuestionariodeSaudedadosociodemografico.doc	08/06/2016 11:09:42	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclequestionario466.doc	08/06/2016 11:03:57	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclecoleta466.doc	08/06/2016 11:02:29	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclesecrecoes466.doc	08/06/2016 11:01:06	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Outros	Respostaparecer1576061.docx	08/06/2016 10:59:17	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Outros	curriculowildonavegantesdearaujo.pdf	04/05/2016 14:07:58	Helio Bergo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termoconcordanciaslu.pdf	04/05/2016 14:02:51	Helio Bergo	Aceito
Outros	curriculovanessaresendenogueiracruvinel.pdf	02/05/2016 17:20:03	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Outros	curriculovanessavianacardoso.pdf	02/05/2016 17:18:53	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Outros	termocoparticipacaoesdf.pdf	02/05/2016 17:14:51	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Outros	termodeconcordanciaunb.pdf	02/05/2016 17:12:02	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_completo.docx	02/05/2016 16:55:27	Vanessa Viana Cardoso	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	02/05/2016 16:43:00	Vanessa Viana Cardoso	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

Bairro: ASA NORTE

CEP: 70.710-904

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3325-4955

Fax: (33)3325-4955

E-mail: comitedeetica.secretaria@gmail.com



Secretaria de Estado de Saúde  
do Distrito Federal

SECRETARIA DE ESTADO DE  
SAÚDE DO DISTRITO  
FEDERAL - FEPECS/ SES/ DF



Continuação do Parecer: 1.598.531

BRASILIA, 20 de Junho de 2016

---

Assinado por:  
Helio Bergo  
(Coordenador)

Endereço: SMHN 2 Qd 501 BLOCO A - FEPECS

Bairro: ASA NORTE

CEP: 70.710-904

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3325-4955

Fax: (33)3325-4955

E-mail: [comitedeetica.secretaria@gmail.com](mailto:comitedeetica.secretaria@gmail.com)

### ANEXO 3

- Termo de consentimento livre e esclarecido

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

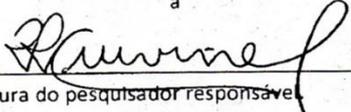
O (a) Senhor(a) \_\_\_\_\_ está sendo convidado(a) a participar como voluntário do projeto: Água, Ambiente e Saúde: O impacto na condição de vida dos catadores do DF. O objetivo desta pesquisa é: Fazer o diagnóstico de Saúde dos Catadores que trabalham no Aterro do Jóquei (antigo lixão da estrutural) para encaminhá-los para o acompanhamento na atenção primária de saúde do DF de acordo com as suas necessidades referidas e alterações em saúde detectadas nos exames coletados. Além disso, poderemos conhecer as suas condições de saúde de forma integral, qualidade de vida e noções sobre vigilância ambiental, saúde do trabalhador e direito à saúde. A sua participação será através da aplicação de um questionário/entrevista, realização de medição antropométrica e dados vitais e coleta de exames sanguíneos, após aconselhamento e orientação sobre as doenças e exames a serem solicitados. Esta será feita após coleta de 5 a 10 ml de sangue em veia do antebraço. Constará de exames de rotina para saúde em geral (hemograma completo, glicemia de jejum, HB glicada, colesterol total e frações, triglicerídeos, TGO, TGP; gama GT, ureia, creatinina, ácido úrico) e sorologias para HIV, hepatites (A, B,C e E) dengue e sífilis. O projeto de pesquisa pode oferecer ao senhor (a) os seguintes riscos conhecidos, embora raros, associados à colocação de agulha na veia. Entre esses riscos estão: desconforto ou mancha roxa e inchaço por alguns dias no local da coleta. Cuidados serão tomados para minimizar esses riscos. A vantagem e benefício são indiretos uma vez que o resultado laboratorial pode direcionar para o diagnóstico precoce e abordagens preventivas. O (a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa, optar pela realização dos exames sugeridos, podendo se retirar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo a ele. Os resultados serão entregues a você por meio de explicação detalhada individual e aconselhamento sobre suas condições de saúde. Lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a) o resultados da pesquisa serão divulgados no departamento de medicina da ESCS e na Universidade de Brasília, instituições parceiras no projeto, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sobre a guarda do pesquisador. Não haverá nenhum benefício financeiro, nem para o pesquisador, nem para o participante deste projeto. Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Dr(a).Vanessa Resende Nogueira Cruvinel, no curso de saúde coletiva UNB/ Ceilândia telefone: 981127747 no horário: 8 horas as 18 horas. Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob protocolo-CAAE: 55754216.5.0000.5553. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3325-4955. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa.

EU.....Identidade....., declaro que fui informado e devidamente esclarecido do projeto de pesquisa intitulado: Água, ambiente e Saúde: O impacto na condição de vida dos catadores do DF desenvolvido pelo(a) Professora Vanessa Resende Nogueira Cruvinel do curso de saúde coletiva da UnB, em parceria com o curso de medicina da ESCS, quanto aos itens da resolução 466/2012/MS. Declaro que após ser esclarecido pelo pesquisador a respeito da pesquisa, consinto voluntariamente em participar desta pesquisa.  
( )Concordo que seja realizada medidas antropométricas e dados vitais  
( ) Concordo que seja retirado de 5 a 10 ml de uma veia do meu braço, uma única vez, utilizando material estéril e descartável, para obtenção do material necessário aos exames laboratoriais.  
( ) Concordo que seja realizado exames de sangue de rotina para saúde em geral.  
( ) Concordo que seja realizado exames sorológicos para HIV, hepatites (A, B,C e E), dengue e sífilis.

Brasília, ..... de ..... de 2017

Assinatura \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ declarante

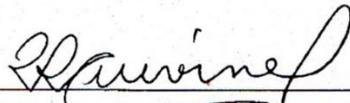
Declaro, para fins da realização da pesquisa, que cumprirei todas as exigências acima, na qual obtive de forma apropriada e voluntária, o consentimento livre e esclarecido do declarante acima, qualificado para a realização desta pesquisa.

  
Assinatura do pesquisador responsável

- Termo de consentimento livre e esclarecido para armazenamento das amostras

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA GUARDA DE MATERIAL (Armazenamento de Amostras Biológicas)**

O(a) Senhor(a) está sendo convidado a doar uma amostra de sangue, saliva, urina, unha e cabelo para futuras pesquisas científicas. A cada nova pesquisa com esse material, o Senhor será procurado para receber explicações e autorizar ou não a utilização da sua amostra já armazenada. Caso concorde, o(a) Senhor(a) doará uma amostra de sangue (5 mL, aproximadamente 2 colheres de sopa), urina, fragmento de unha, saliva e 1-15 cm de cabelo da área de trás da cabeça, perto do couro cabeludo. A coleta do sangue pode provocar uma pequena dor ou desconforto, ou um pequeno hematoma (mancha roxa). A probabilidade de isso ocorrer é mínima, já que a coleta será feita por um profissional experiente. Já em relação à coleta de urina, saliva e cabelo não existe nenhum risco ou desconforto que possa ser causado ao Sr. (a). Estas suas amostras e os seus dados coletados serão identificados por número, de modo que garanta seu sigilo. Após coletada, as amostras serão guardadas por 10 anos em um BIORREPOSITÓRIO (banco de amostras biológicas), intitulado "Avaliação da exposição a metais em trabalhadores do Aterro do Jôquei", localizado no Laboratório de Toxicologia da UnB/FCE, estocadas em tubos do tipo Falcon (15 e 50 mL, respectivamente) a -80oC, sob minha responsabilidade. Ao final deste tempo de armazenamento, a amostra será jogada fora. O(a) Senhor(a) poderá desistir de participar a qualquer momento. Para isso, basta entrar em contato com o pesquisador principal responsável por esta pesquisa nos endereços constantes no final deste documento, para que eu possa suspender o armazenamento da sua amostra, que poderá ser entregue ao/à Senhor(a), se assim desejar, ou jogada fora após seu consentimento por escrito. Caso não concorde em doar sangue, urina, saliva, unha e/ou cabelo ou desista de permitir que se guarde esta amostra, essa decisão não lhe trará qualquer penalização ou prejuízo. Coloco-me à disposição para lhe fornecer o resultado da pesquisa realizada com sua amostra. A coleta deste material biológico nesse momento não trará nenhum benefício imediato para o(a) Senhor(a). Entretanto, no futuro, os dados obtidos com novas pesquisas poderão ajudar outras pessoas. Declaro que toda nova pesquisa, utilizando sua amostra biológica, será realizada somente quando o projeto for aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da FEPECS.



Nome e Assinatura do Pesquisador responsável. Telefone: (61) (61) 3325-4955/ 981127747  
vanessarcruvinel@gmail.com

Consentimento do Sujeito de Pesquisa.  
Eu, \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_, residente na \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ aceito que minha amostra biológica de sangue (sangue, soro e plasma), urina, saliva, unha e cabelo sejam armazenadas pela pesquisadora Vanessa Resende Nogueira Cruvinel no laboratório de toxicologia da UNB/FCE para fins de pesquisa científica. Declaro estar ciente de que a previsão de guarda do material é de no máximo \_\_\_\_\_ anos. Brasília, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do Doador ou responsável legal

Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos como voluntário de pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da FEPECS.