



DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CÁDMIO E CHUMBO EM BIJUTERIAS COMERCIALIZADAS EM BELO HORIZONTE E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS

Larissa Bianca Peixoto de Oliveira¹
Adriana de Almeida Pinto Bracarense²
Flávia Regina de Amorim³

Educação Ambiental

Resumo

O comércio de bijuterias têm elevado a preocupação quanto aos materiais utilizados na fabricação. A possibilidade de encontrar nas ligas metálicas presença de cádmio e chumbo aumentam as tensões quanto aos perigos à saúde e ao meio ambiente. A população ainda não possui uma conscientização quanto à forma adequada de descarte destes produtos, que ocorre de forma irregular. Assim, dependendo do descarte, a biodisponibilidade desses metais podem levar a acumulação na superfície. O objetivo deste trabalho é avaliar a presença de chumbo e cádmio em amostras de bijuterias coletadas no comércio de Belo Horizonte avaliando o impacto ambiental e o conhecimento da comunidade acadêmica quanto a toxicidade em bijuterias e seu descarte. Inicialmente coletou-se 40 amostras na região central do comércio da cidade. Posteriormente aplicou-se a Espectroscopia Dispersiva de Raio X identificando metais tóxicos. Oito dessas amostras foram utilizadas para quantificação de chumbo e cádmio na Espectrometria de Absorção Atômica em Chamas. Os resultados mostraram que 3 amostras apresentaram valores superiores de cádmio em relação ao permitido pela Portaria 043/2016 do INMETRO (0,03% m/m), para chumbo, 2 amostras superaram à portaria (0,01% m/m). Para avaliação dos impactos ambientais foi feito um teste de ecotoxicidade utilizando cebola como bio indicador. Neste teste 2 amostras interferiram no crescimento das raízes demonstrando seu potencial tóxico. Por fim, aplicou-se um questionário acadêmico no qual foi verificado que a maioria dos entrevistados conhecem sobre os metais tóxicos porém desconhecem sua presença nas bijuterias. Conclui-se que a logística reversa é opção ao descarte adequado.

Palavras-chave: Bijuterias; Metais Tóxicos; Meio Ambiente.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Departamento de Química - dq@des.cefetmg.br

¹ Larissa Bianca Peixoto de Oliveira – Graduada em Química Tecnológica, CEFET-MG – Departamento de Química – larissa.bianca@outlook.com.

² Prof. Dr. Adriana de Almeida Pinto Bracarense – CEFET-MG – Campus 1, Departamento de Química – adrianabracarense@gmail.com.

³ Prof. Dr. Flávia Regina de Amorim – CEFET-MG – Campus 1, Departamento de Química, amorim.quimica@gmail.com.



INTRODUÇÃO

Os adornos e joias são utilizados desde a antiguidade antes de Cristo sendo suas peças confeccionadas com diversos materiais. Após a crise de 1929, que afetou o mundo todo, muitos fabricantes optaram por deixar as pedras e metais de maior custo por outros de menor custo. Surgindo assim o termo francês *bijouteire*. As peças metálicas utilizadas na sua composição podem ser ligas de latão que fornecem brilho e acabamento, entretanto podem fazer parte destas ligas metais tóxicos como chumbo e o cádmio (GOLA, 2008).

A presença dos metais tóxicos são geralmente impurezas que vieram associadas a extração do minério de zinco, entretanto dependendo da concentração, esses metais podem ser tóxicos ao meio ambiente e ao ser humano. O cádmio, que pode promover brilho as peças, é carcinogênico e afeta o crescimento de plantas (FERREIRA, 2016). As pessoas contaminadas podem sofrer de pneumonia aguda, enfisemas e problemas cardiovasculares. Já o chumbo por sua vez leva a problemas neurológicos, afetando os rins e o sistema sanguíneo sendo a contaminação proveniente de atividade humana (GARCIA, 2017).

Relatos de contaminações ambientais são encontrados na literatura como o caso da empresa COBRAC localizada na década de 60 em Santo Amaro na Bahia. O trabalho principal com chumbo impactou negativamente a região por 33 anos e mesmo após encerramento, ainda se encontra presença de chumbo na corrente sanguínea de crianças (SANTOS *et al.*, 2017). O caso mais popular de contaminação por cádmio aconteceu no século 20 no Japão, onde a mina de Kamioka em Toyama despejava os rejeitos contendo o metal nos rios e próximo as plantações. A população começou a sofrer fortes dores e fraturas, doença conhecida como itai-itai (ECODEBATE, 2009).

O consumismo em alta no segmento dos adornos provoca uma grande quantidade de metais disponibilizados, porém ainda não existe uma conscientização da população quanto a composição e o descarte adequado de bijuterias. Mediante a esses problemas, em janeiro de 2016 o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) divulgou a portaria 043/2016 no qual regulamenta a concentração máxima de chumbo e cádmio em bijuterias. Assim o valor máximo permitido para chumbo foi de 0,03% em

massa e para cádmio 0,01% em massa. Países como Estados Unidos, Canadá e o continente Europeu também possuem normas e padrões a este respeito.

Para avaliar a presença dos metais tóxicos em ligas, utiliza-se técnicas como a Espectroscopia Dispersiva de Raio X (EDX) por ser uma técnica mais ampla capaz de identificar os elementos presentes. Sua principal vantagem está relacionada a rapidez, simultaneidade de análise de elementos e caráter não destrutivo. Utiliza-se de um feixe de raio-X que excita os elétrons presentes no metal analisado, fazendo emitir raios x próprios dos metais sendo os elementos detectados e um espectro gerado (SANTOS *et al.*, 2019).

Uma técnica quantitativa muito utilizada é a Espectrometria de Absorção Atômica em Chamas (F AAS) capaz de mensurar os metais mesmo em baixas concentrações. Suas vantagens se relacionam a sensibilidade elevada, detecção mesmo em amostras complexas e análise simultânea e automática. Nessa atomização, a amostra passa por uma sucção sendo levada para um nebulizador oxidante para ser então atomizada em chama (SKOOG *et al.*, 2009). Porém se a finalidade é verificar a possibilidade de impacto ambiental ao descarte irregular, estudos de toxicidade com simulações de intemperismo natural são empregados utilizando indicadores naturais. Um indicador comum empregado é a cebola devido ao crescimento rápido das raízes e a divisão celular estudada de forma clara.

A necessidade de conscientização da população sobre os impactos acima mencionados é evidente devendo ser pauta nas escolas e o conhecimento aplicado na sociedade. A fim de avaliar a eficiência dos estudos a respeito, métodos investigativos podem ser utilizados na coleta de dados. Um exemplo muito empregado é a aplicação de pesquisas e questionários que são analisados por meios de gráficos e estatísticas auxiliando assim nos desafios sociais.

Objetiva-se com esse trabalho verificar e quantificar a presença de metais tóxicos de chumbo e cádmio em amostras de bijuterias coletadas na região central de Belo Horizonte utilizando as técnicas de EDX e F AAS. Também objetiva-se estudar os impactos ambientais por meio da simulação de intemperismo natural e o teste de ecotoxicidade sendo os impactos sociais avaliados por meio da aplicação de questionário na comunidade acadêmica do CEFET-MG.



METODOLOGIA

A metodologia empregada no decorrer do trabalho seguiu o processo esquemático abaixo, conforme Figura 1:

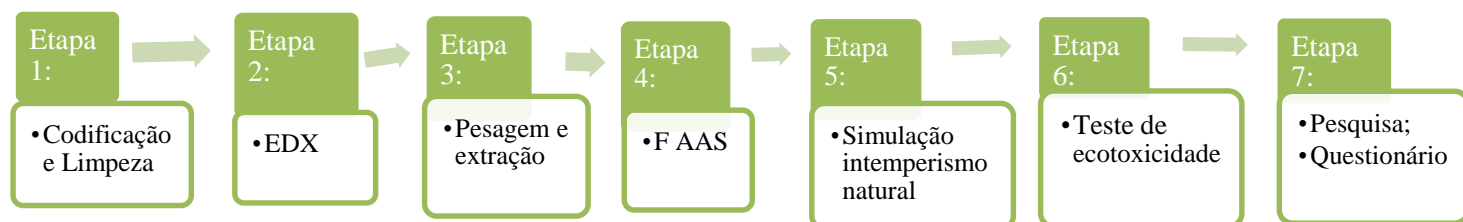


Figura 01: Processo esquemático da metodologia.

A primeira etapa se baseou na amostragem feita na região central de Belo Horizonte no qual foram selecionadas 5 lojas dando um total de 40 amostras entre elas brinco, pulseira, colar e anel prateadas ou douradas. As partes desmontáveis de cada bijuteria (ligantes e tarraxas) também foram estudadas. A codificação foi feita com base em 3 pontos: o primeiro representa a letra referente ao tipo de bijuteria; o segundo representa a cor da amostra; o terceiro o número da loja estudada. Como por exemplo: CD1 – Colar Dourado Loja 1. Após a codificação, as amostras foram levadas para limpeza para eliminar impurezas. Para isto, utilizou-se do banho de ultrassom sendo as bijuterias imersas em solução de detergente comercial 10%.

Na segunda etapa, analisou-se os elementos contidos nas peças inteiras com a Espectroscopia Dispersiva de Raio-X (EDX-720), entretanto para as demais etapas, selecionou-se as bijuterias da loja 1 a fim de realizar a análise quantitativa dos teores de cádmio e chumbo. As oito amostras representantes da loja foram picadas em pequenos pedaços para facilitar a pesagem e preparo da dissolução. Pesou-se 0,1g em triplicata sendo a extração total feita com 5 mL de ácido nítrico 65% com o auxílio do bloco digestor. As alíquotas foram transferidas para balões volumétricos de 10 mL sendo o volume completado com água ultrapura.

Para quantificação, utilizou-se o espectrômetro de absorção atômica em chama, obtendo assim a curva de calibração com os padrões e em seguida feita a leitura das amostras. Para tornar a matriz mais semelhante, a cada padrão foi adicionado 1 mL de

ácido nítrico 65% sendo todos os parâmetros feitos conforme fabricante.

Na quinta etapa, inicia-se os estudos dos impactos ambientais com a simulação de intemperismo natural utilizando água de um poço artesiano. Devido à presença identificada de metais tóxicos pelo EDX, separou-se 4 amostras para a simulação sendo elas PP1, CD1, PD1 e as partes desmontáveis. Pesou-se 1 g de cada amostra colocando em um recipiente de vidro com tampa contendo 50 mL da água do poço. As amostras permaneceram em contato com a água por um período de um ano, sendo também feito um branco para comparações futuras.

A sexta etapa consistiu no teste de ecotoxicidade no qual foram adquiridas cebolas frescas e firmes. Realizou-se uma limpeza externa retirando as cascas e raspando levemente o bulbo para retirar qualquer raiz pré-existente. A toxicidade foi avaliada ao colocar o bulbo de cada cebola em contato direto com as amostras do intemperismo natural por 7 dias até que se crescessem raízes. Depois deste período, a menor raiz de cada cebola foi escolhida e medida com auxílio de uma régua. O teste foi realizado em triplicata sendo o branco também avaliado. A montagem pode ser verificada conforme Figura 02 abaixo:

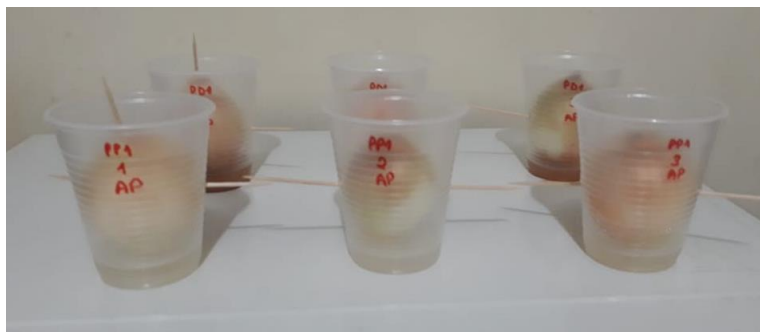


Figura 02: Montagem do teste de ecotoxicidade.

Na última etapa foi realizado os estudos investigativos e análise de dados com o objetivo de avaliar o conhecimento acadêmico em relação aos metais tóxicos, a presença em bijuterias e o descarte irregular. Neste período, investigou-se quais cursos da grade curricular do CEFET-MG abordavam temas dos metais e sua toxicidade. Posteriormente, elaborou-se um questionário na plataforma Google Forms com 18 perguntas sendo divulgados para aceite de respostas por 45 dias pelas redes sociais da instituição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise no EDX-720 elaborou-se o Quadro 01 abaixo destacando os elementos com elevada toxicidade encontrados: chumbo, cádmio, níquel, cério e cromo.

Quadro 01: Resultado da análise do EDX-720.

Amostras	Elementos presentes	Amostra	Elementos presentes	Amostras	Elementos presentes	Amostras	Elementos presentes
PP1	Chumbo Silício Potássio Zinco Cádmio Titânio Rádio	AP3	Cobre Cálcio	PD1	Ferro Cobre Zinco Césio	CD3	Cobre Prata Enxofre
BP1	Cobre Térbio Ferro Cálcio Estanho	CP3	Cobre Chumbo Antimônio	BD1	Cobre Ferro Zinco Césio Estanho Manganês Cromo	PD4	Cobre Bromo
AP1	Cobre Cádmio Zinco	PP4	Cobre Níquel Estanho	AD1	Cobre Zinco	BD4	Cobre Zinco Fósforo Ítrio Níquel Silício
CP1	Cobre Níquel Cálcio Estanho	BP4	Cobre Níquel Zinco	CD1	Chumbo Silício Potássio Níquel Bário Zinco Titânio	AD4	Cobre Cádmio
PP2	Cobre Estanho	AP4	Cobre Níquel Zinco	PD2	Cobre Ferro Zinco	CD4	Cobre Ferro
BP2	Cobre Níquel Ferro Térbio Zinco	CP4	Cobre Níquel Estanho	BD2	Níquel Zinco Potássio	PD5	Cobre Zinco Silício Níquel

AP2	Cobre Níquel Silício Estanho Cálcio	PP5	Estanho Cobre Níquel Chumbo Cádmio Silício Cálcio Antimônio Zinco Rádio Cobalto Cromo Tório	AD2	Cobre Ferro Térbio	BD5	Cobre Cádmio Zinco Cálcio Manganês
CP2	Ferro Cromo Níquel Manganês	BP5	Cobre Níquel Prata Cádmio Enxofre Manganês	CD2	Cobre Cálcio	AD5	Níquel Cobre Chumbo Zinco Silício Ouro Cádmio Prata Potássio Cálcio Manganês Antimônio
PP3	Cobre Zinco	AP5	Alumínio Enxofre Ferro Potássio Cálcio Cromo Zinco Cobre Gálio Germânio	PD3	Cobre Níquel Zinco Cálcio Rutênio Zircônio	CD5	Cobre Zinco Ferro Alumínio Enxofre Chumbo Manganês Selênio Actínio
BP3	Iodo	CP5	Cobre Ferro Níquel Césio Estanho Manganês Escândio	BD3	Cobre Níquel Ouro	PD	Cobre Chumbo Ferro Antimônio
						AD3	Cobre Cálcio



De acordo com Nogueirol (2012) o cromo IV é tóxico, potencial oxidante que afeta diretamente o crescimento das plantas e suas raízes. Já o níquel é conhecido pelas alergias que causa aos usuários de bijuterias como erupções cutâneas (BRANDÃO; GONTIJO, 2012). O céσιο, que também foi detectado, se trata de um metal altamente radioativo e inflamável, sendo preocupante os efeitos a saúde humana (TEIXEIRA *et al.*, 2017). A presença de cádmio nesses artefatos fornece brilho as bijuterias e por oferecer resistência e maleabilidade. Já o chumbo facilita a fabricação de peças pequenas. Para a quantificação desses metais, escolheu-se os representantes da loja 1 juntamente com as partes desmontáveis. A escolha foi feita por se tratar de um comércio popular brasileiro conhecido como “R\$ 1,99”. Após obtenção das curvas de calibração na absorção atômica em chama, fez-se a leitura das amostras obtendo os seguintes resultados expressos na Tabela 01:

Tabela 01: Resultados da análise no F AAS.

Amostra	Concentração (% m/m)		Presença EDX	
	Cádmio - Cd	Chumbo - Pb	Cádmio - Cd	Chumbo - Pb
PP1	0,06 ± 0,01	< LD	X	X
BP1	0,0026 ± 0,0003	< LD		
AP1	0,07 ± 0,02	0,060 ± 0,007	X	
CP1	< LD	< LD		
PD1	0,006 ± 0,002	< LD		
BD1	0,0011 ± 0,0002	< LD		
AD1	0,074 ± 0,009	0,006 ± 0,002		
CD1	< LD	< LD		X
PD	< LD	0,25 ± 0,09		X

*LD (limite de detecção): 0,001 ppm; X: presença do elemento.

Com base na tabela verifica-se que algumas amostras ficaram abaixo do limite de detecção (LD) não sendo possível calcular a concentração. Dentre as quantificações obtidas observa-se que as amostras PP1, AP1 e AD1 apresentam concentrações de cádmio

superiores ao estabelecido pela portaria 043/2016 do INMETRO (0,01% m/m). Também se observa que as amostras AP1 e as partes desmontáveis (PD) apresentaram valores de chumbo superiores ao estabelecido pela portaria (0,03% m/m). Infere-se que geralmente tarraças e ligantes são formadas por latão que é mais maleável, mas que possui chumbo em sua composição ou como impureza associada. Dessa forma por ser peças menores e geralmente escondidas no corpo, podem passar despercebidas em fiscalizações (ALVES, 2016). Verifica-se que algumas bijuterias continuam oferecendo risco a saúde do usuário.

Em comparação com as duas técnicas e levando em conta que a técnica de EDX foi utilizada de forma qualitativa, o equipamento de absorção tem uma melhor precisão nos resultados além da possibilidade de correção de efeitos de matriz e uso de padrões. Dessa forma explica-se a divergência em alguns resultados, entretanto entende-se que as amostras devem ser reavaliadas pelo equipamento de raio-X. Outro ponto a se destacar é a necessidade de calibrações para uma maior confiabilidade além da possibilidade da peça não estar totalmente homogênea.

Após o período de contato das bijuterias com a água do poço artesiano, realizou-se os testes de ecotoxicidade. Após o sétimo dia de contato com a cebola foi verificado o crescimento das raízes conforme Figura 03 e a Tabela 02 a seguir:

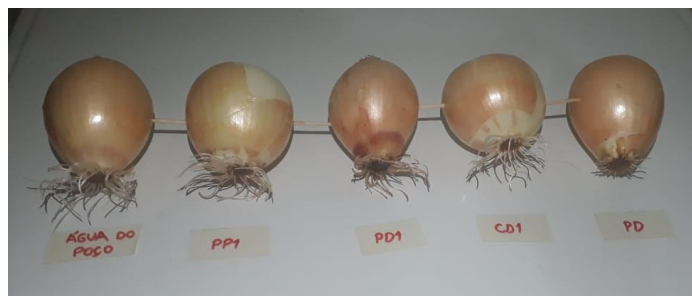


Figura 03: Resultados das amostras de bijuterias em contato com a água do poço artesiano

Tabela 04: Resultados das medições do comprimento das raízes das amostras

Amostra	Comprimento (cm)	Metais
Água do poço artesiano (Controle)	7,7	-
PP1	4,8	Chumbo – Cádmi



PD1	3,4	Ferro – Césio
CD1	7,7	Chumbo
PD	1,3	Ferro - Chumbo

Quando se analisa o tamanho das raízes em comparação, observa-se que a amostra CD1 teve o crescimento mais similar quando comparada com o controle, entretanto verifica-se que a quantidade de raiz foi menor. Ao levar em conta os resultados obtidos na F AAS, compreende que como os resultados obtidos na amostra CD1 foram menores que o limite de detecção, a presença dos metais não influenciou o crescimento das raízes. A amostra PPI teve um crescimento inferior ao apresentado pelo branco, o que pode ser justificado pela presença de cádmio que foi superior ao permitido pela portaria.

As amostras que tiveram o crescimento mais afetado foram as amostras PD1 e PD onde o tamanho foi menor quando comparadas com o branco. PD1 apesar de na espectrometria não revelar resultados significativos, na simulação de intemperismo natural observou-se a formação de ferrugem devido ao ferro presente estar em contato com umidade (JUCOSKI *et al.*, 2016). A amostra PD apresentou o menor crescimento quando comparadas com as demais. Esse fato pode ser compreendido a partir do resultado obtido, uma vez que essa amostra exibiu uma quantidade de chumbo aproximadamente oito vezes maior do que o permitido pela legislação, o que possivelmente afetou ou inibiu o crescimento da planta, interferindo em seu processo natural. Fatores negativos como presença de substâncias tóxicas, questões ambientais ou hormonais levam a alteração no desenvolvimento e germinação nos primeiros dias. Como no presente trabalho todas as amostras foram submetidas aos mesmos critérios e condições a toxicidade do meio pode ser utilizada para explicar os efeitos no tamanho das raízes.

Na análise do impacto social, obteve-se um alcance de respostas no questionário por 153 pessoas sendo o público de maioria feminino e pertencente a alunos da graduação. Dos respondentes, 85% fazem uso das bijuterias com frequência nas duas cores analisadas, porém 80,4% desconhecem sobre o que compõe as peças. Apesar do estudo investigativo realizado a partir da análise da grade curricular dos cursos ofertados pelo CEFET-MG, mostrar que os discentes possuem acesso ao conhecimento acadêmico

sobre metais de forma geral, infere-se que não é abordado neste meio, temas voltados para o estudo da composição dessas peças.

Cerca de 66% das pessoas acreditam ser possível encontrar metais tóxicos nos adornos e mais de 60% já apresentaram alergias ao utiliza-los. Com relação a frequência de troca ou descarte, 51,9% perdem as bijuterias de alguma forma, entretanto 80,4% também compreendem que o descarte em lixo comum não é adequado.

Como forma de propor soluções para o problema dos metais tóxicos em bijuterias, analisou-se o método da logística reversa que pode ser eficiente como descarte em local propício. Segundo a matéria do site Equipe Ecycle (2013), é possível reciclar estes materiais ou encontrar postos que recolhem esses produtos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que foi possível analisar e manipular as amostras obtidas utilizando o equipamento de raio x que forneceu dados qualitativos quanto a composição das bijuterias, porém por requerer calibrações, seria necessário a repetição da análise. Para determinação quantitativa a utilização do F AAS foi eficaz na determinação de cádmio e chumbo nas bijuterias, pois o uso de padrões garante maior confiabilidade nas leituras. Também foi possível comparar as amostras com os valores estabelecidos pela portaria.

Na simulação do intemperismo natural foi possível realizar a exposição em água do poço artesiano, sendo também possível a utilização dessas no teste de ecotoxicidade. A utilização da cebola como indicador foi satisfatória e esperada. As partes desmontáveis apresentaram preocupações quanto a toxicidade e impactos gerados.

A elaboração de um questionário como forma de coleta de dados foi categórica em sua função, pois possibilitou avaliar a população acadêmica do CEFET-MG quanto ao conhecimento sobre metais tóxicos e sua relação com as bijuterias. Concluiu-se que a comunidade acadêmica detém o conhecimento sobre a toxicidade dos metais e sua relação com as bijuterias, porém não realiza o descarte adequado das bijuterias que adquirem. Assim, a proposta de solução na forma de logística reversa foi interessante para o objeto de estudo.



REFERÊNCIAS

ALVES, T.S.. Determinação de metais pesados em bijuterias comercializadas na região metropolitana do Rio de Janeiro. 2016. 64 p. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Instituto de Química, **Universidade Federal Fluminense**, Niterói, 2016.

BRANDÃO, M.H.T.; GONTIJO, B. Contact sensitivity to metals (chromium, cobalt and nickel) in childhood. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Belo Horizonte, v. 87, n. 2, p. 269-276, jan. 2012.

BRASIL. Portaria Inmetro nº 043/2016. Proíbe comercialização de bijuterias e joias com teores elevados de cádmio e chumbo. **Diário Oficial da União**. Brasília, 22/1/2016.

EQUIPE ECYCLE (São Paulo) (org.). Joias e bijuterias podem causar problemas de saúde. 2013. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/1704-joias-e-bijuterias-podem-causar-problemas-de-saude.html>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ECODEBATE, Redação (org.). Um veneno chamado cádmio. 2009. Elaborada por **EcoDebate**. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2009/08/21/um-veneno-chamado-cadmio/>. Acesso em: 25 de jul. de 2021.

FERREIRA, T.P. Análise de Cádmio e Chumbo em bijuterias por espectrometria de absorção atômica por chama (FAAS) e voltametria de pulso diferencial (VPD). 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, **Universidade Federal de Juiz de Fora**, Juiz de Fora, 2016.

GARCIA, J. B. P.. Avaliação de chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd) no sedimento de margem da represa de Guarapiranga, uma questão de saúde pública. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Saúde, **Universidade Santo Amaro**, São Paulo, 2017.

GOLA, E. A joia: história e design. São Paulo; Senac São Paulo, 2008. *Apud* CASTILHO, Tarliene Aparecida Santos. Confeccionador de Bijuterias. Montes Claros: **Instituto Federal de Minas Gerais**, 2015. 67 p.

JUCOSKI, G.O., CAMBRAIA, J., RIBEIRO, C., OLIVEIRA, J.A. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 720-728, dez. 2016.

NOGUEIROL, R.C. Elementos tóxicos. São Paulo: Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012. 62 slides, color.

SANTOS, M.C.B., KEDE, M.L.F.M., MOREIRA, J.C., MAVROPOULOS, E., ROSSI, A.M., BERTOLINO, L.C., PÉREZ, D.V., SANTELLI, R.E. BIELSCHOWSKY, C., SOARES, R. Evaluation of the Toxicity and Geochemical Behavior of Lead in Contaminated Soils of Santo Amaro da Purificação (BA) after Phosphorus Attenuation. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 5, p. 2135-2150, 30 out. 2017. **Sociedade Brasileira de Química (SBQ)**. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170127>.

SKOOG, D.A., HOLLER, F.J., NIEMAN, T.A. **Princípios de Análise Instrumental**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 1056 p.

TEIXEIRA, F.T.V., SILVEIRA, G.A.T., PIMENTEL, D.M. Acidente com cézio-137 completa 30 anos. **Vozes dos Vales**, Vale do Jequitinhonha, v. 6, n. 11, p. 1-19, maio 2017.