

## **DETERMINAÇÃO DE CÁDMIO, CHUMBO E NÍQUEL EM TINTAS DE TATUAGEM POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA**

Taís Martins Santos Abreu (IC) e Jairo José Pedrotti (Orientador)

**Apoio: PIBIC CNPq**

### **RESUMO**

Tatuar-se é uma prática que vem se popularizando ao longo dos anos. Surgiu com o intuito de marcar eventos da vida na pele, passou a ter um significado pejorativo associado a crimes, e atualmente, seus portadores vem lutando contra uma imagem depreciativa. Com o objetivo de embelezar-se, marcar eventos importantes e expressar sua personalidade, pessoas de todas as idades, sexos e realidades sociais optam por permanentemente tatuar seus corpos. Com o crescente número de tatuagens, crescem também as reações adversas, assim como as normas e medidas de segurança para impedir eventuais dificuldades. Devido a regras rigorosas quanto à assepsia do procedimento, as reações estão, em sua maioria, associadas à composição das tintas, cujos pigmentos são metálicos. Essas reações variam desde alergias na pele na região tatuada até problemas de saúde preocupantes, causados por grandes concentrações dos metais no corpo. No presente trabalho, investiga-se a concentração em  $\mu\text{g/g}$  dos metais cádmio, chumbo e níquel em determinadas tintas de tatuagem. A abertura das amostras foi feita por digestão ácida com  $\text{HNO}_3$  e forno micro-ondas. Após o tratamento das amostras, determinou-se a concentração dos metais pelo método de espectrometria de absorção atômica por forno de grafite. Devido ao cenário pandêmico que se instalou durante a finalização do projeto, métodos de abertura e análise realizados por outros pesquisadores foram avaliados.

**Palavras-chave:** Tatuagem. Metais. Absorção atômica

### **ABSTRACT**

Tattooing is a practice that has become very popular along the years. It emerged with the purpose of marking life events in the skin, then got a derogatory meaning associated with crimes, and, nowadays, its bearers are battling against its depreciative image. With the purpose of embellishing the skin, marking important occasions and expressing personality, people of all ages, genders and social realities decide to permanently tattoo their bodies. With the growing number of tattoos, there's also a growth in adverse reactions, as well as rules and security measures to avoid any difficulties. Because of strict rules concerning the asepsis of the procedure, the reactions are, in its majority, associated with the composition of the paints, whose pigments are metallic. These reactions vary from allergies in the tattooed skin, to concerning health issues, caused by high amounts of metal in the body. This paper presents the concentration in  $\mu\text{g/g}$  of the metals cadmium, lead and nickel in some tattoo inks. The

preparation of the samples was made by acid digestion with  $\text{HNO}_3$  and microwave oven. After the treatment of the samples, the concentration of the metals was determined by the method of graphite furnace atomic absorption spectrometry. Because of the pandemic scenario that came into play by the end of the project, methods of sampling preparation and analysis made by other researchers were studied.

**Keywords:** Tattoo. Metals. Atomic absorption

## 1. INTRODUÇÃO

A prática de tatuagens vem crescendo nos últimos anos, mas pode ser datada desde os primórdios da civilização. Acredita-se que a tatuagem foi inventada diversas vezes, em vários momentos da história em culturas e países diferentes, com variação de propósito, técnicas e resultados. Pode ter sido originada de cicatrizes corporais, fazendo com que o homem enxergasse as marcas de seu corpo como relatos de fatos importantes de sua vida e fatos sociais. Nos nativos brasileiros, as tatuagens já foram muito mencionadas por antropólogos brasileiros e relatos de estrangeiros na colonização. As tribos indígenas usam até hoje a tatuagem como marcas de iniciação, luto, sacrifício e hierarquia (LISE et al., 2013).

Apesar de serem inventadas com propósitos de celebração, a conotação pejorativa das tatuagens ainda prevalece devido a sua utilização também para punir os “fora da lei” ou marcar os escravos ao longo da história. Essa prática foi observada em vários países e ainda hoje é usada por presidiários para relatar seus feitos (LISE et al., 2013).

No Brasil, sua popularidade vem crescendo desde os anos de 1970, inicialmente usada pelos jovens para expressar seu inconformismo com a sociedade. Hoje em dia, atinge diversos públicos que as usam para expressar personalidade, marcar momentos importantes e como adorno (LISE et al., 2013). Outra função para as tatuagens atualmente é para condições médicas, como reconstrução de mamilo após mastectomia ou para disfarçar cicatrizes (MINGHETTI et al., 2019), ou até mesmo pessoas com alergias fatais que registram sua condição na pele para casos de acidente. Juntamente com o aumento das tatuagens, houve também o aumento da fiscalização dos estúdios pela vigilância sanitária e algumas normas foram estabelecidas para sua prática (MORETTI, 2012).

Não há nenhuma pesquisa oficial no Brasil que estime o número de pessoas tatuadas, mas em 2014, a revista Super Interessante (KIST, 2014) publicou um censo informal em que entrevistou mais de 80 mil pessoas e mapeou mais de 150 mil tatuagens, sendo que 51% das pessoas entrevistadas possuíam ao menos uma tatuagem, e dessas pessoas 59,9% são mulheres, e 48,2% tem idades entre 19 e 25 anos, 43,5% não tem religião, 61,2% tem ensino superior completo ou cursando. E 37% dos tatuados possui salário de até 3 mil reais, sendo que mais da metade recebe um valor superior a esse.

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) divulgou em outubro de 2014 que houve uma taxa de crescimento de 413% de 2009 a 2012 na demanda de serviços de tatuagem e colocação de piercings (SEBRAE, 2014). Um índice apurado também pela SEBRAE indicou que entre janeiro de 2016 e de 2017 houve um crescimento de 24,1% nos números de estúdios regularizados (SEBRAE, 2017). Uma maior demanda em estúdios possivelmente é consequência de mais pessoas tatuadas no Brasil.

Em outros países, foi relatado um crescimento no número de tatuados. Na Europa, estima-se que 12% da população seja tatuada; restringindo o grupo à idade de 18 a 20 anos, o número vai para 25%. Nos EUA, 33% da população tem ao menos uma tatuagem; o valor sobe para 38% nas idades de 18 a 29 anos (GIULBUDAGIAN et al., 2020).

Juntamente com o aumento do número de pessoas tatuadas, houve também o aumento de reações adversas como alergias e granulomas. Essas reações podem ocorrer no momento que é realizada a tatuagem ou anos depois. Foi concluído que esses problemas estão relacionados à composição das tintas (VASOLD, 2008; MANSO et al., 2019). Numa pesquisa realizada com 300 nova iorquinos, mais de 10% dos entrevistados desenvolveram reações alérgicas após terem feito tatuagens, incluindo dor, coceira, e infecções que muitas vezes exigiram uso de antibióticos (BOCCA et al., 2017).

Ao fazer uma tatuagem, o indivíduo se submete à uma serie de exposições que podem comprometer sua saúde, de modo que a escolha do profissional e do estúdio são essenciais. Os cuidados devem envolver o uso de materiais descartáveis, desde a agulha e luvas até o plástico que protege a maca, além das tintas utilizadas serem devidamente regulamentadas. O profissional ao respeitar todas as normas de segurança e também ao dedicar seu tempo e criatividade para a criação e execução da arte, tem um custo alto que reflete no custo de fazer uma tatuagem, portanto, tatuagens não são baratas. Exatamente por esse motivo, há uma grande busca por estúdios que ofereçam tatuagem a custos reduzidos, entretanto que pecam na hora da segurança e higiene, causando os efeitos adversos.

Com o crescente número de pessoas tatuadas e reações adversas, é essencial estudar a causa dos problemas, associada à composição das tintas. O trabalho proposto visa estudar três metais, cádmio, chumbo e níquel, com potencial carcinogênico e relatos de intoxicação aguda, para determinar a sua composição em tintas de tatuagem comercializadas e a segurança na utilização dessas tintas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A prática da tatuagem envolve a injeção intradérmica de tintas através de uma agulha. Desse modo, a tinta se insere na pele causando um ferimento que durante alguns dias será cicatrizado pelo corpo, tornando a tatuagem permanente. O corpo cria partículas de pigmento isoladas por lisossomos. Esse processo de ferimento e cicatrização, além do efeito permanente buscado nas tatuagens permitem que a pele e o sangue estejam diretamente expostos a possíveis contaminantes dos materiais usados, além dos componentes da tinta (VASOLD et al., 2008).

Os órgãos regulatórios de segurança de cada país se mobilizaram para estipular normas estritas quanto à prática de tatuagem, principalmente no que se trata da composição das tintas. O Food and Drug Administration (FDA), nos EUA, regula os aditivos usados nas tintas desse país, tomando uma abordagem mais severa depois do aumento das reações adversas, mas ainda sim, as tintas de tatuagem são consideradas cosméticas e não exigem aprovação pré-mercado (LAUX et al., 2016). Na Europa, o Council of Europe, (CoE) publicou em 2008 uma série de recomendações para tatuagens e maquiagem permanente, deixando para os órgãos de cada país a fiscalização (MANSO et al., 2019).

No Brasil o órgão responsável é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Em 2001, publicou a RDC 185 que exige que as tintas de tatuagem passem por testes para serem liberadas, definindo-as como produto médico implantável, sendo este “qualquer produto médico projetado para ser totalmente introduzido no corpo humano ou para substituir uma superfície epitelial ou ocular, por meio de intervenção cirúrgica, e destinada a permanecer no local após a intervenção”. Também é considerado um produto médico implantável, qualquer produto médico destinado a ser parcialmente introduzido no corpo humano através de intervenção cirúrgica e permanecer após esta intervenção por longo prazo” (ANVISA, 2001).

Em 2008 publicou a RDC 55, que entrou em vigor em 2010, sendo o “regulamento técnico para registro de produtos utilizados nos procedimentos de pigmentação artificial permanente na pele”, definindo pigmentação artificial permanente da pele como “pigmentação exógena implantada na camada dérmica ou na camada subepidérmica da pele com o objetivo de embelezamento ou correção estética”, desse modo regulando a prática da tatuagem e estabelecendo que todas as tintas utilizadas devem ser registradas pela agência após passarem por uma série de testes. Todos os equipamentos utilizados também devem ser registrados. Os equipamentos e tintas reprovados serão considerados clandestinos e seu uso para esse fim fica proibido (ANVISA, 2008).

A análise feita é apresentada em um relatório de gerenciamento de risco, conforme norma NBR ISSO 14971 (ABNT, 2009), que analisa o risco para o paciente, operador e todos os envolvidos. E um relatório de avaliação biológica e revisão de literatura, conforme norma NBR ISSO 10993-1 (ABNT, 2013), indicando uma análise de segurança biológica completa, tendo foco na saúde humana com teste in vivo e in vitro (ARL, 2018).

A ANVISA também estabeleceu que a embalagem do produto deve obrigatoriamente constar o número de registro da Anvisa e a identificação do fabricante e distribuidor, e incentiva os indivíduos a localizar essas informações antes de se submeter ao processo. O estabelecimento deve apresentar a licença sanitária que permite seu funcionamento. Diversas

outras marcas liberadas no mundo todo para o uso na pele são proibidas de serem usadas no Brasil por não terem passado pelo processo da Anvisa, extremamente rigoroso e com índices baixíssimos para a presença de compostos carcinogênicos e mutagênicos. A agência também repreende o uso de outras tintas que não foram fabricadas com o propósito de serem usadas para tatuagem, mas que são encontradas para essa finalidade em alguns estúdios. Atualmente, apenas 4 marcas de tinta de tatuagem são liberadas no Brasil (ANVISA, 2014).

Os fabricantes, geralmente, não têm obrigação de divulgar os componentes das tintas (MANSO et al., 2019), por isso a necessidade de testes e regulamentação, além de que várias tintas de tatuagem produzidas não são específicas para uso na pele (PICCININI et al., 2016). Tintas no geral são compostas por diversas substâncias como resinas, secantes, espessantes, fungicidas, aditivos, solventes, reguladores de pH, emolientes para realçar e estabilizar a principal substância: os pigmentos. Pigmentos são partículas sólidas na forma de pó, podendo ser orgânicas ou inorgânicas (BENTLIN et al., 2009). No que se trata de pigmentos inorgânicos, a principal preocupação é com metais com potencial tóxico, como cromo, níquel, cobre, cobalto, ferro e chumbo, que apesar de alguns deles terem papel biológico no corpo humano, seu excesso e acúmulo causam problemas à saúde.

Os sais dos metais citados, seus óxidos, sulfatos, e cromatos, por possuírem cores variadas, alto poder de cobertura, maior durabilidade e resistência a fatores corrosivos como radiação UV, umidade e gases, são muito encontrados na composição das tintas (BENTLIN et al., 2009). A cor branca pode ser devido aos sais de  $TiO_2$ ,  $ZnO$ ,  $PbCO_3$  e  $BaSO_4$ . Os pigmentos que geram cor azul geralmente são sais de cobalto. As cores verdes de sais de cobre ou dicromato. Sais de mercúrio geram pigmentos vermelhos. Os sais de cádmio são encontrados em pigmentos amarelos e os de manganês em pigmentos violeta. Óxidos de ferro estão presentes em pigmentos marrons, vermelhos e pretos, sendo que pigmentos pretos são comumente compostos de carbono (BOCCA et al. 2017). Dentre os metais citados, os que mais apresentam efeitos prejudiciais à saúde são cádmio, chumbo e níquel, que foram os metais estudados nesse projeto.

O cádmio ocorre na natureza em pequenas quantidades, quase sempre junto ao zinco e chumbo, em minerais de sulfeto, e é obtido com subproduto do refino desses metais. Atualmente, a maior parte de sua produção é aplicada em baterias de níquel-cádmio e também na galvanoplastia. O sulfeto de cádmio,  $CdS$ , é utilizado como pigmento amarelo em tintas e plásticos. Devido à suas aplicações serem substituídas por outros metais e sua toxicidade, o uso do cádmio foi banido em alguns países (NORDBERG, 2009).

No Japão, na segunda guerra mundial, foi relatada uma doença chama Itai-itai, que afeta os ossos em uma forma de osteomalacia e descalcificação, causando fraturas e dor aguda, e foi associado à intoxicação por cádmio (NORDBERG, 2009).

O cádmio não tem nenhuma função orgânica no corpo humano. Em estudos realizados desde 1950, associou-se a absorção de cádmio à uma proteína, a metalotioneína, rica em grupamentos tiol (-SH), devido aos seus resíduos de cisteína. Assim como zinco, cobre, mercúrio, metais bivalentes, o cádmio estimula a produção da metalotioneína, encontrada principalmente no citoplasma (NORDBERG, 2009). Os níveis de cádmio após exposição se concentram inicialmente no fígado, e então nos rins, sendo esse o órgão alvo nas exposições a longo prazo. Após a exposição inicial, o cádmio se associa a albumina presente no plasma do sangue e às células do sangue. Do sangue, o cádmio é levado ao fígado, liberando o metal que induz a síntese de metalotioneína, a qual se associa e é levada aos rins. O acúmulo do cádmio nos rins leva à disfunção tubular renal, necrose cortical renal, proteinúria e pedras nos rins. Além dos efeitos causados nos rins, o cádmio também ataca os pulmões, devido a sua inalação. Devido sua bivalência, compete com outros metais no corpo, como ferro, zinco, cobre, cálcio e cobalto. Também inibe atividade de enzimas que contem o grupamento -SH, possivelmente se ligando aos resíduos de cisteína como na metalotioneína. Também causa transtornos agudos no trato gastrointestinal, acarretando vômito e diarreia. A vida biológica do cádmio no corpo humano varia de 10 a 30, longa quando comparada a outros metais, e de lenta excreção pelo organismo.

A INMETRO divulgou em 2015 critérios para a quantidade de cádmio máxima em bijuterias e joias, afirmando que até então “não há tratamento clínico efetivo reconhecido para casos de intoxicação por cádmio” (INMETRO, 2015). Sendo assim, é essencial regulamentar as concentrações de cádmio em produtos ao público. Por estar presente em pigmentos amarelos, é um dos parâmetros utilizados pela ANVISA para a determinação da segurança de uma tinta de tatuagem.

O chumbo é um elemento químico da classe dos metais pesados que existe nas formas elementar, orgânica e inorgânica na natureza. É um elemento-traço carente a valor biológico, não tendo nenhuma função essencial no organismo dos seres vivos (RESTREPO, 2007). Suas fontes naturais incluem os minerais galena (sulfeto de chumbo, PbS), cerusita (carbonato de chumbo, PbCO<sub>3</sub>) e anglesita (sulfato de chumbo, PbSO<sub>4</sub>) (RESTREPO, 2007).

É um dos contaminantes mais comuns ao meio ambiente (SOARES et al., 2013) e uma das toxinas ocupacionais mais antigas relatadas. O seu uso durante o Império Romano em encanamentos de água, assim como o acetato de chumbo, sal orgânico usado como adoçante em vinhos, é considerado por alguns como causa da demência que afetou muitos

dos imperadores romanos. Foram descritos pelos gregos sintomas como cólica, constipação, palidez, paralisia, delírios, tremores em quem tinha tido contato com o metal (GIDLOW, 2015).

Atualmente o chumbo é usado na fabricação de acumuladores, baterias recarregáveis, bateria chumbo-ácidas para automóveis, proteção contra raio X, material de revestimento, e seus sais são usados para pigmentos. O amarelo  $PbWO_4$  e  $PbCrO_4$ , vermelho  $Pb_3O_4$  e  $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ . Seu uso para tintas em sido muito importante, porém devido a sua toxicidade, sua utilização em pigmentos diminuiu muito ao longo dos anos, assim como em outras aplicações. Foi usado intensamente nos anos 70 e até os anos 90 o composto chumbo tetraetila ou tetraetilchumbo (TEL), volátil e lipossolúvel (GIDLOW, 2015), adicionado à gasolina como antidetonante para aumentar sua octanagem. Seu uso era comum em vários países, sendo que até hoje um dos maiores poluentes da atmosfera e do solo no quesito de chumbo são os automóveis. No Brasil, o TEL deixou de ser usado por volta dos anos 80, em função de regulamentações ambientais cada vez mais restritivas no mundo.

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) determinou o chumbo como carcinogênico (SHRIVAS et al., 2009). Compostos inorgânicos de chumbo foram definidos como grupo 2<sup>a</sup> de carcinogênicos (provável causador de câncer) e compostos orgânicos de chumbo como grupo 3, dados insuficientes. De qualquer maneira, deve-se tomar cuidado com o chumbo orgânico pois ele é metabolismo no organismo como  $Pb^{2+}$  (GIDLOW, 2015).

O chumbo é conhecido por afetar o corpo inteiro, absorvido no plasma sanguíneo, facilmente transportado e acumulado em tecidos do corpo. No sangue, de 95 a 99% do chumbo é sequestrado pelos glóbulos vermelhos, interagindo com a hemoglobina e perturbando sua síntese, fatores que podem levar à anemia, à lise das hemoglobinas existente, deficiência de ferro (PATOCKA et al., 2003; RESTREPO, 2007). Sua meia vida nos eritrócitos é de 25 a 40 dias, nos tecidos moles 40 dias e superior a 20 anos nos ossos, maior depósito de chumbo no corpo (PATOCKA et al., 2003; RESTREPO, 2007). O acúmulo do chumbo nos ossos se dá ao seu tamanho semelhante ao cálcio, além de ambos serem bivalentes. Esse efeito interfere mais nas crianças, pois o chumbo se incorpora em ossos de crescimento rápido como tibia, fêmur e radio, e por estarem em fase de crescimento e desenvolvimento, as crianças precisam de altos níveis de cálcio. Como nas crianças a absorção pelos ossos é muito menor – absorvem até 50% da quantidade de chumbo ingerido, enquanto adultos absorvem entre 10 e 20% (GIDLOW, 2015; PATOCKA et al., 2003) –, o chumbo é mais tóxico nessa idade, por estar em maior concentração no sangue, se depositando no cérebro, rins e fígado (PATOCKA et al., 2003; RESTREPO, 2007).

O chumbo interfere nas capacidades reprodutivas (GIDLOW, 2015; RESTREPO, 2007). Altas concentrações no sangue podem causar encefalopatia aguda, e outras

capacidades neurológicas como na performance motora, visual, cognitiva e auditiva, na destreza da mão, no QI e na performance cognitiva, aumento do déficit de atenção e distúrbio de hiperatividade. O chumbo causa contrações no sistema gastrointestinal, resultando em cólicas e dores abdominais, anorexia, diarreia e constipação (GIDLOW, 2015).

Os primeiros sintomas de intoxicação por chumbo aparecem em concentrações acima de 40 µg Pb/100 mL de sangue, caracterizada por dor abdominal, dores de cabeça, irritabilidade, dores nas juntas, fadiga, anemia, neuropatia motora periférica, dificuldades em se concentrar e perda de memória recente. Agentes quelantes são usados para a reversão da intoxicação por chumbo (GIDLOW, 2015). Agente quelantes introduzidos na corrente sanguínea, substâncias capazes de se unir ao metal aprisionando-o em sua estrutura e formando um composto estável e solúvel em água, facilmente eliminado na urina.

O níquel pertence à família VIII B da Tabela Periódica e foi descoberto por Axel F. Cronstedt em 1751 em Stockholm, Suécia. Compõe 0,01% da crosta terrestre principalmente como sulfetos, óxidos e silicatos em minerais e em meteoritos e no núcleo terrestre formando liga com ferro (RESTREPO, 2007). Sua disseminação natural no meio ambiente se deve a atividades vulcânicas e erosões, à níveis inofensivos (SCHAUMLÖFFEL, 2012). Sua utilização é data desde o século IV a.C., juntamente do cobre. As primeiras manifestações de intoxicação por níquel aconteceram em 1900, envenenamento agudo por níquel tetracarbonilo ( $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ), um gás orgânico, resultando em pneumonia química (MORGAN, 1989). O níquel é usado para muitas atividades industriais e produção de objetos de aço inoxidável, galvanização, baterias, eletrônicos, cerâmicas e pigmentos.

Foram realizados estudos pela IARC que determinou que alguns compostos de níquel têm potencial carcinogênico. A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA) classificou as poeiras do refino de níquel e o  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  como carcinogênicos de grupo A e o  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  como grupo B2 (MORGAN, 1989). A toxicidade do níquel e seu valor biológico estão diretamente relacionados com a forma do níquel, seja orgânica ou inorgânica, e os estudos dos compostos devem levar essa divisão em consideração. A maioria dos compostos inorgânicos de níquel tem alta toxicidade, sendo estes divididos em solúveis ( $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), sulfídricos ( $\text{NiS}$ ,  $\text{NiS}_2$  e  $\text{Ni}_2\text{S}_3$ ), metálicos (Níquel elementar e suas ligas) e oxidados ( $\text{NiO}$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NiCO}_3$ ,  $\text{Ni}_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$  e complexos de níquel). Cada “espécie” é encontrada em um tipo diferente de emissão (SCHAUMLÖFFEL, 2012).

Tanto os compostos solúveis quanto os insolúveis são prejudiciais. Os compostos solúveis são considerados mais tóxicos que os insolúveis devido a serem absorvidos mais facilmente e terem maior dispersão no sangue, porém os insolúveis têm maior potencial carcinogênico no tecido em que se depositar (SCHAUMLÖFFEL, 2012).

Ainda não foi provado se o níquel tem função biológica no corpo humano, e nem mesmo casos de sua deficiência, mas foi reportado benefícios na absorção de níquel por plantas e animais (SCHAUMLÖFFEL, 2012). Acredita-se que o níquel possa estar presente em algumas enzimas hidrogenases e redutases (RESTREPO, 2007). De qualquer modo, compostos de níquel tem efeitos tóxicos no corpo humano, dependendo de sua forma química e física, concentração, e rota de exposição.

O níquel absorvido percorre o corpo pelo sangue, se ligando principalmente à albumina do plasma. Sua principal rota de excreção é via urina, independente da rota de absorção. A inalação das partículas de níquel leva a diversos danos nos pulmões, como irritação, inflamação (pneumonia) e enfisema, e danos às cavidades nasais e mucosa. Foram reportados casos de hiperplasia das células pulmonares, fibrose, pneumoconiose e asma alérgica (SCHAUMLÖFFEL, 2012).

O íon de níquel  $Ni^{2+}$  tem tendências carcinogênicas pois é capaz de se associar a moléculas nucleares e do DNA. A maior preocupação de absorção de níquel na população geral é por contato com objetos que contenham níquel. O suor, por longos períodos de tempo, é capaz de solubilizar o níquel metálico e seus sais, gerando íons de níquel que são absorvidos pela pele. Em indivíduos sensibilizados, isso pode causar dermatite (SCHAUMLÖFFEL, 2012). A exposição ao metal níquel e seus compostos solúveis não deve superar aos  $0,05 \text{ mg/cm}^3$ , medidos em níveis de níquel equivalente para uma exposição laboral de 8 horas diárias e 40 horas semanais (RESTREPO, 2007).

Os três metais que foram estudados são potencialmente carcinogênicos e estão presentes no dia a dia devido às atividades antropogênicas e a composição de produtos comuns. Nenhum artigo da toxicologia dos metais se refere à sua toxicidade por exposição a tintas de tatuagem e, portanto, é importante estudar a composição desses produtos para garantir que não cause o acúmulo dos metais no corpo humano. A maioria dos países tem poucas normas quanto à composição, porém a ANVISA é rigorosa. Sendo assim foram estudadas tintas liberadas pela ANVISA e tintas clandestinas, para se traçar um quadro comparativo.

Trabalhos realizados por BENTLIN et al. 2007, FORTE et al. 2009, IWEGBUE et al. 2016, BOCCA et al. 2017, MANSO et al. 2019, BATTISTINI et al. 2020 foram amplamente estudados para a finalização do projeto. Devido à pandemia causada pelo novo Coronavírus, a pesquisa foi impossibilitada de ser concluída no período de tempo estipulado e, portanto, os resultados dos artigos citados serão estudados para a conclusão desse projeto.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Equipamentos

O equipamento utilizado para esse projeto foi o espectrômetro de absorção atômica de forno de grafite (GFAAS). Esse equipamento é amplamente usado para a quantificação de elementos, principalmente com baixa concentração, por obter resultados com alta sensibilidade e seletividade. Outros métodos que utilizam espectrometria atômica também podem ser usados para a determinação de metais em amostras variadas, como o um espectrômetro de massa por plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), um espectrômetro de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) e um espectrômetro de absorção atômica por chama (FAAS). No caso da identificação de alguns metais o FAAS e o ICP-OES não fornecem uma sensibilidade adequada para as concentrações das amostras, enquanto o ICP-MS e o GFAAS têm melhores limites de detecção e permitem a utilização de amostras pequenas (ORESTE et al. 2013). Seus limites de detecção alcançam valores de  $\mu\text{g/L}$  até  $\text{ng/L}$  além de ter uma alta tolerância a matrizes complexas (SOARES et al., 2013).

As características citadas são essenciais para a determinação desse projeto. As tintas de tatuagem apresentam composição complexa e extensa, causando várias interferências de matriz, além de que se espera que os metais estejam em concentrações muito baixas de difícil detecção. Sendo assim o GFAAS é ideal para esse caso. O chumbo, principalmente em concentrações muito baixas, é um elemento difícil de se trabalhar devido à muitas interferências de matriz e baixa sensibilidade dos métodos (SHRIVAS et al., 2009).

A técnica de espectrometria de absorção atômica envolve a análise dos átomos no estado fundamental e no estado gasoso. A amostra passa por um processo de secagem, pirólise e atomização. É incidida uma radiação de comprimento de onda específico do metal estudado no vapor contendo os átomos. Os átomos absorvem a energia dessa radiação e são excitados, como RESTREPO, 2007 explica. O equipamento mede a intensidade do sinal de absorção do metal, baseado no estudo das linhas escuras de Fraunhofer no espectro do sol. No caso do GFAAS, o tubo de grafite é aquecido para permitir a pirólise e atomização da amostra. Como esse método obedece a Lei de Lambert-Beer, é necessária a calibração da máquina com soluções-padrão em concentrações conhecidas para gerar a curva de calibração.

Um fator importante na determinação em laboratório é o preparo das amostras. Não existe uma maneira perfeita de se realizar a abertura das amostras, cada método deverá ser estudado e aplicado para cada projeto específico, porém visa-se realizar uma abertura com a

menor manipulação de amostra possível. Dessa maneira, evita-se perda de material, interferências externas e possíveis erros.

A maioria dos métodos propostos pela literatura de determinação de metais tóxicos em amostras de uso comum é feita a partir de uma digestão ácida (SOARES et al., 2013), desde a determinação de chumbo na carne animal e outros produtos alimentícios, até nas tintas usadas para brinquedos, cabelo e tatuagem, além da determinação dos metais no sangue. Os ácidos geralmente são fortes oxidantes e muitas vezes seu uso é associado à digestão em forno de micro-ondas, como nesse projeto. Esses métodos podem causar uma perda de produto por volatilização ou adsorção ao recipiente e também tem um maior risco de contaminação por manuseio excessivo. Os recipientes fechados em micro-ondas geralmente não causam esses problemas (ORESTE et al. 2013).

No caso de estudos com amostras de concentração muito baixas de metal, também é interessante realizar testes de recuperação, em que se adiciona uma quantidade conhecida do metal estudado na amostra e novamente realiza-se a leitura, garantindo que o aumento da concentração na leitura realizada seja compatível com a concentração adicionada.

### **3.2. Amostragem**

Foram adquiridas 9 amostras no total, sendo elas 4 tintas de tatuagem aprovadas pela ANVISA (marca Electric Ink) nas cores preta, verde, vermelha e amarela, 4 tintas não aprovadas (marca Intenze), nas mesmas cores, e uma tinta nanquim Indian Ink, proibida pela ANVISA de ser usada para esse fim, mas ainda encontrada com esse uso em determinados estúdios. A marca não aprovada pela ANVISA é muito utilizada em outros países, enquanto no Brasil, a Electric Ink é uma das mais populares nos estúdios paulistas.

### **3.3. Tratamento das amostras**

A abertura das amostras foi feita usando forno micro-ondas por dois métodos, denominados de A e B. A preparação das amostras foi feita pesando-se 0,2000 g de cada tinta de tatuagem em triplicata diretamente no recipiente de teflon apropriado. No método A foi feita a abertura adicionando-se 8 mL de HNO<sub>3</sub> PA 65% (Merck). No método B, foi feita a abertura adicionando-se 5 mL de HNO<sub>3</sub> PA 65% e 2 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 volumes (Merck). Em ambos os métodos as amostras foram colocadas em forno micro-ondas seguindo os tempos e potências da tabela 1. O equipamento realiza as mudanças de potência automaticamente e os valores foram determinados baseados em estudos dos artigos de referência, como FORTE et al., 2009 e BENTLIN et al 2009.

Tabela 1. Relação tempo *versus* potência utilizada no micro-ondas.

Tempo (minutos)	Potência (W)
3	300
30	700
40	0

Fonte: a autora.

Após a programação, as amostras foram removidas do equipamento e em estufa, os recipientes foram abertos e aguardou-se 30 minutos para eliminação de gases tóxicos. As amostras foram filtradas em pape filtro pagueado e em balões volumétricos de 50 mL, o volume foi completado com água deionizada. Também foi preparada a solução branco que passou pelos mesmos procedimentos.

Para a análise no GFAAS foram preparadas as soluções-branco dos metais estudados: cádmio, chumbo e níquel a 10.0 ppb em HNO<sub>3</sub> 0.5%, a partir de soluções a 1000 ppm de cada metal (SpecSol). Ao equipamento, foram adicionados o diluente HNO<sub>3</sub> 0.5%, a solução-branco, as soluções padrão e as amostras em triplicata. A partir das soluções padrão, o equipamento realizou a diluição para atingir soluções de 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 e 10,0 ppb.

Após as curvas de calibração serem geradas, notou-se que as concentrações dos metais nas amostras estavam abaixo do primeiro ponto de 4,0 ppb. Desse modo, novas soluções padrão foram preparadas a 5,0 ppb em HNO<sub>3</sub> 0,5% para que o equipamento fizesse diluições em 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 ppb. Também foram feitas novas preparações de amostra, pelo mesmo procedimento, porém utilizando balões de 10 mL, para garantir uma maior concentração dos metais.

Devido à pandemia, esse projeto se encerrou nessa etapa. Algumas amostras já haviam sido analisadas, mas não há possibilidade de resgatar esses dados no momento atual. Outros métodos e resultados serão informamos baseados nos outros artigos estudados, e com eles será traçada a conclusão do projeto. A maioria dos estudos foram realizados fora do Brasil e utilizaram como base a Resolução ResAP(2008)1 feita pelo Conselho da Europa (CoE) que limita a concentração permitida utilizada em tintas de tatuagem (Tabela 2). A ANVISA não disponibiliza os limites de concentração de cada metal como o CoE, portanto, os valores serão comparados com os limites estipulados pela ResAP(2008)1.

Tabela 2. Limites de concentração de metais estipulados na ResAP(2008)1

Metais	Ni	Cd	Pb
Limite (ppb)	*	0,2	2

\* o mais baixo que seja possível detectar

Fonte: a autora.

### 3.4. Revisão de literatura

Em 2007, BENTLIN et al. estudaram a presença de metais na composição de algumas tintas pelo método de amostragem direta em espectrômetro de absorção atômica por forno de grafite (DS-GFAAS), pelo método de abertura com digestão ácido e micro-ondas em GFAAS e por análise em ICP-MS também com a mesma abertura da amostra (BENTLIN et al. 2007).

O método de digestão em ácido e micro-ondas foi o A utilizado nesse projeto, porém atingindo uma potência de 1400 W no micro-ondas. Analisou-se os metais Cd, Co, Cr, Cu, Ni e Pb, porém foi relatado que nas tintas de tatuagem, a maioria dos metais não conseguiram ser detectados. Não foram fornecidas as marcas das tintas de tatuagem analisadas, porém as cores são preto, amarelo, verde e vermelho.

Em 2009, FORTE et al. utilizou um SF-ICP-MS para estudar a composição de 56 tintas adquiridas de quatro marcas diferentes, sendo uma delas a Intenze. As amostras foram digeridas em ácido nítrico e fluorídrico com peróxido de hidrogênio e levadas ao forno micro-ondas com uma potência máxima de 600 W e então diluídas.

Em 2016, IWEGBUE et al. analisou 7 tintas de tatuagem comuns na Nigéria, sendo 3 delas cores da marca Intenze. Com uma massa de 1,0 g fez a abertura com 20 mL de HNO<sub>3</sub> PA, 10 mL de HClO<sub>4</sub> e 5 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, deixados digerindo durante a noite e então aquecidos em chapa de aquecimento. Foi usado um FAAS para realizar as leituras.

Em 2018, MANSO et al. realizaram um estudo em tintas de tatuagem por FAAS. Informaram que a marca analisada era a Juro Sumi e analisaram 7 cores da tinta, mas para comparação, serão relatadas apenas 4. O método de abertura das tintas foi semelhante ao método B utilizado nesse projeto.

Em 2020, BATTISTINI et al. publicou um artigo em que relatava a análise de 20 tintas de tatuagem de marcas e cores diferentes da China, Itália e Estados Unidos. Para determinar a concentração de metais, foram analisadas 7 tintas, foi utilizado o método de SemiQuant iCAP Q ICP-MS e a preparação das amostras envolveu ácidos nítrico, fluorídrico e peróxido de hidrogênio, assistido por forno micro-ondas.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Uma grande dificuldade encontrada na realização desse projeto foi calibrar a máquina com curvas de calibração que contemplassem os valores baixos de concentração dos metais nas tintas. Quando a curva foi reduzida a valores de 1,0 ppb a 5,0 ppb, o níquel apresentou interferência, e os valores de chumbo estavam muito dispersos. Porém utilizando uma curva

de 4,0 ppb a 10,0 ppb, os metais nas tintas estavam com concentrações abaixo da curva. O projeto foi interrompido e o problema ficou pendente.

Os resultados obtidos por BENTLIN et al., 2007, em cada uma das análises, estão na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados obtidos por BENTLIN et al. 2007.

Cor	Método	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
Preta	DS-GFAAS	$0,02 \pm 0,006$	<0,22	$4,10 \pm 0,51$
	ICP-MS	$0,03 \pm 0,002$	$0,56 \pm 0,03$	$5,20 \pm 0,09$
	GFAAS	$0,02 \pm 0,005$	<0,02	$4,25 \pm 0,20$
Amarela	DS-GFAAS	<0,0004	<0,22	<0,001
	ICP-MS	<0,005	<0,029	$0,03 \pm 0,00$
	GFAAS	<0,002	<0,02	<0,20
Verde	DS-GFAAS	<0,0004	<0,22	<0,001
	ICP-MS	<0,005	<0,029	$0,04 \pm 0,00$
	GFAAS	<0,002	<0,02	<0,20
Vermelha	DS-GFAAS	<0,0004	<0,22	<0,001
	ICP-MS	<0,005	<0,029	<0,01
	GFAAS	<0,002	<0,02	<0,20

Fonte: BENTLIN et al., 2007.

Foi observada uma interferência da matriz no método de ICP-MS, justificando a diferença em relação a ambos os métodos de AAS, verificada por testes de recuperação. Os valores de níquel nas cores amarela, verde e vermelha estavam abaixo do limite de detecção dos métodos, respeitando a ResAP(2008)1, cujo limite é o mais baixo possível de se detectar, implicando que se foi detectada alguma concentração, a tinta já está fora dos padrões, como é o caso da preta. Para o cádmio, todas as tintas respeitam o limite de 0,2 ppb. No caso do chumbo, o limite sendo 2 ppb, a tinta preta ultrapassou os limites, enquanto o restante está nos padrões exigidos. As tintas vermelha, verde e amarela estão seguras para uso segundo a ResAP(2008)1, a preta não.

Os resultados obtidos por FORTE et al., 2009, por SF-ICP-MS, estão na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos por FORTE et al., 2009.

Cor	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
Preta	$0,704 \pm 0,049$	$0,126 \pm 0,011$	$0,569 \pm 0,038$
Verde	$2,59 \pm 0,20$	$2,96 \pm 0,16$	$2,04 \pm 0,14$
Vermelha	$0,668 \pm 0,022$	$0,36 \pm 0,03$	$3,89 \pm 0,26$
Amarela	$1,51 \pm 0,10$	$2,49 \pm 0,21$	$0,75 \pm 0,044$

Fonte: FORTE et al., 2009.

O níquel ultrapassou o limite permitido pela legislação europeia em todas as tintas, pois ele foi possível de ser detectado. O cádmio ultrapassou os limites na tinta verde e amarela, sendo que a vermelha está pouco acima e a preta encontra-se nos padrões. Quanto ao chumbo, as tintas verde e vermelha estão fora dos padrões, a preta e a amarela estão no limite estipulado. Por causa do níquel, nenhuma tinta está segura para uso segundo a ResAP(2008)1.

Os resultados obtidos por IWEGBUE et al., 2016, usando o FAAS estão na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados obtidos por IWEGBUE et al. 2016.

Cor	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
Preta	$4,78 \pm 0,76$	$<0,15$	$31,8 \pm 2,86$
Vermelha	$5,28 \pm 0,79$	$<0,15$	$1,25 \pm 0,23$
Amarela	$4,78 \pm 0,76$	$<0,15$	$0,50 \pm 0,08$

Fonte: IWEGBUE et al., 2016.

Novamente o níquel pode ser detectado, ultrapassando seu limite determinado. A concentração do cádmio está abaixo do limite de detecção em todos os casos. Os valores de chumbo nas cores vermelha e amarela estão no limite, enquanto na cor preta está quase 16 vezes acima do permitido.

Os resultados obtidos por MANSO et al., 2018, por FAAS, estão na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados obtidos por MANSO et al. 2018.

Cor	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
Preta	$0,4 \pm 0,05$	$0,163 \pm 0,001$	$9,0 \pm 0,2$
Verde	$<LD$	$<LD$	$0,80 \pm 0,01$
Vermelha	$<LD$	$<LD$	$1,0 \pm 0,1$
Amarela	$<LD$	$<LD$	$0,80 \pm 0,04$
LD	0,02	0,003	0,02

LD = Limite de Detecção.

Fonte: MANSO et al., 2018.

Segundo os limites impostos pela ResAP(2008)1 na tinta preta, o chumbo está em uma concentração 4,5 vezes acima do permitido (MANSO et al., 2019). A tinta preta, tanto pelos valores de chumbo quanto pelos de níquel, não é segura para uso. Já as tintas vermelha verde e amarela estão liberadas.

Os resultados obtidos por BATTISTINI et al., 2020, por SemiQuant iCAP Q ICP-MS, estão na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados obtidos por BATTISTINI et al., 2020.

Cor	Ni ( $\mu\text{g/g}$ )	Cd ( $\mu\text{g/g}$ )	Pb ( $\mu\text{g/g}$ )
Preta	0,28	ND	1,21
Vermelha	1,54	ND	0,21
Amarela	0,84	ND	0,29
Verde	0,14	0,06	0,17

ND = Não Detectado

Fonte: BATTISTINI et al., 2020.

Quanto ao níquel, nenhuma tinta seria aprovada segundo a ResAP(2008)1. Em relação ao cádmio e chumbo, os metais estão em valores seguros.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por serem usados diversos métodos diferentes, lotes diferentes das tintas, de acordo com o ano de fabricação e métodos de aberturas variados, é esperado que exista uma variação nos valores obtidos de concentração. Segundo a ResAP (2008)1, a maioria das tintas estudadas, principalmente da marca Intenze, não respeitam os limites determinados. Essa marca, juntamente de várias outras não são permitidas para uso no Brasil, ordem regulada pela ANVISA.

A ANVISA proíbe o uso de tintas que não forem cadastradas e aprovadas, enquanto a CoE na Europa e o FDA nos Estados Unidos, apenas estipula normas porém não as aplica efetivamente, de modo que tintas como a Intenze, ainda podem ser usadas em outros países, apesar de não serem consideradas seguras.

No Brasil, a simples aquisição de tintas que não são permitidas pela ANVISA já é dificultada. As tintas utilizadas foram adquiridas pela internet, vendidas com o intuito de serem usadas para treino dos tatuadores, em outros tecidos que não a pele humana. Em estabelecimentos físicos, questionar a venda de tintas não aprovadas pela ANVISA já era vista com más intenções.

Desse modo, a ANVISA como órgão que regula a prática de tatuagem se mostra muito eficiente e rígida, diferente dos outros países. O aumento de reações adversas relacionadas à tatuagem, portanto, está minimamente relacionado à assepsia e segurança dos estúdios e regulamentação dos materiais. Exceto em casos de que o cliente opta por pagar um valor reduzido, abrindo mão desses critérios.

O método utilizado nesse projeto é o GFAAS, usado em alguns outros projetos, juntamente de FAAS, ICP-MS, ICP-OES e outros. O método de FAAS não se mostrou tão

eficiente por não ter limites de detecção compatíveis com a dimensão da concentração dos metais estudados. Já o GFAAS e as variações de ICP-MS se mostraram mais coerentes.

Não é possível afirmar que as marcas liberadas no Brasil não apresentam valores altos dos metais estudados, porém, como citado anteriormente, a dificuldade de se estabilizar uma curva de calibração com valores baixos que contemplassem a concentração dos metais nas tintas estudadas, indica que os valores estavam muito baixos.

O crescente número de reações adversas e os problemas que os metais estudados causam no corpo humano indicam que é necessária a regulamentação rigorosa oferecida pela ANVISA. Outros países devem se prontificar a oferecer uma fiscalização mais rígida para garantir a segurança dos clientes e evitar possíveis danos à saúde. Observando o rigor que a ANVISA oferece, pode-se concluir que realizar tatuagens no Brasil, em estúdios fiscalizados e com profissionais qualificados, não apresenta grandes riscos à saúde. Deve-se tomar cuidado ao realizar essa prática em países da Europa ou Estados Unidos.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT, NBR ISO. **14971: Produtos para a saúde — Aplicação de gerenciamento de risco a produtos para a saúde.** 2009

ABNT, NBR ISO. **10993-1: Avaliação biológica de produtos para a saúde. Parte 1: Avaliação e ensaio dentro de um processo de gerenciamento de risco.** 2013

ANVISA. **Resolução RDC 185: Regulamento técnico que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos.** 2001

ANVISA. **Resolução RDC 55: Dispõe sobre o registro de produtos utilizados no procedimento de pigmentação artificial permanente da pele, e dá outras providências.** 2008

ANVISA. RE NO 72. **Diário Oficial da União.** Jan, 2014. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/saiba-quais-sao-as-tintas-de-tatuagem-autorizadas-no-brasil/219201?inheritRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/saiba-quais-sao-as-tintas-de-tatuagem-autorizadas-no-brasil/219201?inheritRedirect=false)>. Acesso em 01 de julho de 2020.

ANVISA. RE No 1679. **Diário Oficial da União.** Maio, 2014. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/05/2014&jornal=1&pagina=36&totalArquivos=116>>. Acesso em 02 de julho de 2020.

ARL, M. Tintas de tatuagem: identificação dos componentes e respostas toxicológicas. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2018

BATTISTINI, B., PETRUCCI, F., DE ANGELIS, I., FAILLA, C. M., BOCCA, B. Quantitative analysis of metals and metal-based nano- and submicron-particles in tattoo inks. **Chemosphere**. 2020.

BENTLIN, F. R. S., POZEBON, D., MELLO, P. A., FLORES, E. M. M. Determination of trace elements in paints by direct sampling graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Analytica Chimica Acta**. 2007.

BENTLIN, F. R. S., POZEBON, D., DEPOI, F. S. Estudo Comparativo de Métodos de Preparo de Amostras de Tinta para a Determinação de Metais e Metaloides por Técnicas de Espectrometria Atômica. **Química Nova**. Vol. 32, No 4, 884-890. 2009.

BOCCA, B., SABBIONI, E., MICETIC, I., ALIMONTI, A., PETRUCCI, F. Size and metal composition characterization of nano- and microparticles in tattoo inks by a combination of analytical techniques. **J. Anal. At. Spectrom.** 2017

CoE. ResAp(2008)1. **Council of Europe**. 2008. Disponível em: <[https://search.coe.int/cm/Pages/result\\_details.aspx?ObjectID=09000016805d3dbe](https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectID=09000016805d3dbe)>. Acesso em 08 de julho de 2020.

FORTE, G., PETRUCCI, F., CRISTAUDO, A., BOCCA, B. Market survey on toxic metals contained in tattoo inks. **Science in Total Environment**, 2009.

GIULBUDAGIAN, M., SCHREIVER, I., SINGH, A. V., LAUX, P., LUCH, A. Safety of tattoos and permanent make-up: a regulatory view. archiver of Toxicology. 2020

GIDLOW, D. A. Lead Toxicity. Oxford University Press – the Society of Occupational Medicine. 2015

HOLDEN, H. Cadmium Toxicology. The Lancet, p. 57, jul. 1969

INMETRO. **Consulta Pública Portaria n 60**, de 28 de janeiro de 2015. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002208.pdf>>. Acesso em 01 de julho de 2020.

IWEGBUE, C. M. A, ONYELONI, S. O., BASSEY, F. I., TESI, G. O., MARTINCIGH, B. S. Safety Evaluation of Metal Exposure from Commonly Used Hair Dyes and Tattoo Inks in Nigeria. **Journal of Environment Health**. 2016

KENDREY, G., ROE, F. J. C. Cadmium Toxicology. The Lancet, p. 1206-1207, jun. 1969

KIST, C., 1º Censo de tatuagem do Brasil. **Revista Super Interessante**, ed. 330. 2014

LAUX, P., et al. A medical-toxicological view of tattooing. **The Lancet**. 2016.

LISE, M. L. Z., GAUER, G. J. C., NETO, A. C. Tatuagem: Aspectos Históricos e Hipóteses Sobre a Origem do Estigma. Brazilian journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics. 2013

MANSO, M., PESSANHA, S., GUERRA, M., REINHOLZ, U., AFONSO, C., RADTKE, M., LOURENÇO, H., CARVALHO, M. L., BUZANICH, A. G. Assessment of Toxic Metals and

Hazardous Substances in Tattoo Inks Using Sy-XRF, AAS, and Raman Spectroscopy. **Biological Trace Element Research**. 2019

MINGHETTI, P., MUSAZZI, U. M., DORATI, R., ROCCO, P. The safety of tattoo inks: Possible options for a common regulatory framework. *Science of the Total Environment*. 2019

MORETTI, Tatiane. Riscos Toxicológicos das Tatuagens. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 5, n. 2, p. 6-18, jun. 2012

MORGAN, L. G. Nickel Toxicology. *Food and Chemical Toxicology*. 1989

NORDBERG, G. F. Historical perspectives on cadmium toxicology. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2009

NORDBERG, G. F., NOGAWA, K., NORDBERG, M., FRIBERG, L. T. Cadmium. *Handbook on the Toxicology of Metals*, c. 23, p. 445. 2007

ORESTE, E. Q., OLIVEIRA, R. M., NUNES, A. M., VIEIRA, M. A. RIBEIRO, A. S. Samples preparation methods for determination of Cd, Pb and Sn in meat samples by GFAAS: use of acid digestion associated with cold finger apparatus *versus* solubilization methods. **The Royal Society of Chemistry**. 2013.

PATOCKA, J., CERNY, K. Inorganic Lead Toxicology. *Acta Medica*. 2003

PICCININI, P., PAKALIN, S., CONTOR, L., BIANCHINI, I., SENALDI, C. Safety of Tattoos and Permanent Make-Up. Final Report. Joint Research Commission (JRC) Science for Policy Report. <https://doi.org/10.2788/011817>. 2016

RESTREPO, J. J. B. Avaliação de Elementos-Traço em Amostras de Sedimento Marinho ao Longo do Litoral Catarinense. **Dissertação de pós-graduação**. Florianópolis. 2007.

SCHAUMLÖFFEL, D. Nickel species: Analysis and toxic effects. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2012

SEBRAE. Os Negócios Promissores em 2015. **Núcleo de Estudos e Pesquisa**. 2014

SEBRAE. Ideias de Negócios: Estúdio de Tatuagem. **Especialistas em pequenos negócios**. 2017.

SHRIVAS, K. PATEL, D. K. Separation and preconcentration of trace level of lead in one drop of blood sample by using graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Journal of Hazardous Materials**, 2009.

SOARES, A. R., NASCENTES, C. C. Simple Method of Determination of Lead in Hair Dyes using Slurry Sampling Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. **Analytical Letters**, 46L 356-366. 2013.

VASOLD, R., ENGEL, E., KÖNIG, B., LANDTHALER, M., BÄUMLER, W. Health risks of tattoo colors. *Anal Bioanal Chem*. 2008

**Contatos:** [tais.ms.abreu@gmail.com](mailto:tais.ms.abreu@gmail.com) e [jpdrotti@mackenzie.br](mailto:jpdrotti@mackenzie.br)