

DETERMINAÇÃO DE IMPUREZAS INORGÂNICAS EM HENNA PARA SOBRANCELHAS PARA APLICAÇÃO COSMÉTICA

Thamires S. Marinheiro¹, Camila N. Lange¹, Ana Maria G. Figueiredo¹,
Regina B. Ticianelli¹, Tatiane A. de Jesus²

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)
Av. Professor Lineu Prestes 2242
05508-000 São Paulo, SP
thata.silva1996@hotmail.com

² Universidade Federal do ABC
Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas.
Rua Santa Adélia, Bangú
09210-170 - Santo André, SP - Brasil
tatiane.jesus@ufabc.edu.br

RESUMO

Alguns cosméticos podem conter impurezas inorgânicas que, dependendo do nível de fração em massa das mesmas na composição do produto, podem causar efeitos nocivos à saúde humana. A henna (*Lawsonia inermis*) é uma planta, e o pó, obtido de suas folhas secas e maceradas, é comercializado para coloração de cabelos e sobrancelhas. É comum o uso de henna como alternativa às colorações sintéticas, especialmente para os consumidores que preferem produtos cosméticos naturais ou orgânicos, pois estes são tidos como seguros. Entretanto, algumas hennas comerciais são dopadas com materiais que intensificam a cor e diminuem o tempo de aplicação do produto, estes podem ser de origem mineral ou sais iônicos. Estudos do conteúdo de elementos inorgânicos em hennas comercializadas no Brasil são escassos, apesar de o Brasil ser um dos maiores mercados consumidores de cosméticos do mundo e a aplicação de hennas em sobrancelhas ter aumentado nos últimos anos. O objetivo deste estudo foi avaliar a fração em massa de Ba, Cd, Co, Cr, Fe, Ni e Zn em hennas para coloração de sobrancelhas. Hennas de diferentes cores e marcas comercializadas no mercado e aplicadas em salões de cabelereiro foram analisadas. Quatro das 11 amostras analisadas apresentaram valores de fração em massa de bário cerca de 250 vezes maior que o valor preconizado pela agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA), fato que pode representar um potencial risco aos usuários deste tipo de produto. As frações em massa de Cd, Co, Cr, Fe, Ni e Zn apresentaram valores abaixo dos limites regulamentados para cosméticos.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, os cosméticos constituíram uma parte importante dos cuidados com o corpo, em todos os segmentos da sociedade. De acordo com BOCCA et al.[1], um cosmético é qualquer substância ou mistura de substâncias usadas para limpeza, melhoria ou alteração da pele, cabelo, lábios, unhas e dentes. Muitos compostos presentes em cosméticos são tóxicos e alergênicos para os seres humanos. Metais presentes na manufatura de pigmentos e outras substâncias utilizadas na indústria cosmética podem ser contaminantes em cosméticos de uso diário.

Órgãos nacionais e internacionais determinam limites para corantes, conservantes e demais matérias primas utilizadas que possam provocar esses possíveis efeitos, mas não há especificações limitantes para esses contaminantes nos produtos acabados.

As tinturas de cabelo são uns dos mais importantes cosméticos, e são muito utilizadas, principalmente por mulheres, tanto para cobrir os cabelos brancos, como para mudança de coloração. Devido a esse fato, as tinturas de cabelo não devem ser prejudiciais à saúde humana em condições normais de uso [2]. Dentre as tinturas de cabelo existentes, a henna se destaca como uma tintura natural.

A henna é utilizada como cosmético e para fins médicos em países como a Turquia, Índia e outras partes do mundo. É aplicada no cabelo, nas mãos, unhas, sobrancelhas, tatuagens temporárias, e também é adicionada a shampoos e outros produtos para o cabelo. Várias ervas e outras substâncias são adicionadas à henna para fixar ou modificar a coloração [2].

A quantificação de elementos traço em produtos cosméticos é abordada há muito tempo e, atualmente, estudos reportam a quantificação de elementos traço em hennas (**Tabela 1**), porém estudos sobre o assunto no Brasil são escassos.

Tabela 1: Alguns estudos internacionais de determinação de impurezas inorgânicas em Henna

Origem amostras	Elementos determinados	Referência
Egito	Pb, Ba, Hg, Bi, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag e Cd	[3]
Sudão	Cd, Pb, Hg e Sn	[4]
Emirados Árabe, Paquistão, Índia, Egito e Sudão	Pb	[5]
Vários países orientais	Pb	[6]
Vários países – Oriente e Ocidente. Amostras comercializadas na Dinamarca	Vários elementos, os reportados como críticos foram: Sb, As, Ba, Cd e Cr	[7]
Tunísia, Sudão, Iêmen, Líbia e Paquistão	Pb, Cd, Zn e Cu	[8]
Coréia	Ni, Co, Cr, Pb e Hg	[9]
Arábia Saudita, Marrocos, Iêmen, Sudão e Índia	Pb	[10]

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A henna (*Lawsonia inermis*) é uma planta, da qual um pó é obtido por meio da moagem de suas folhas secas, e é comumente usada como alternativa às colorações sintéticas, especialmente por consumidores que preferem produtos cosméticos orgânicos e naturais, uma vez que este produto é comercializado muitas vezes com o apelo de ser seguro e natural [1,11].

Algumas hennas comerciais, porém, podem ser misturadas a ervas ou a materiais que proporcionem uma coloração intensa e que diminuam o tempo de aplicação das mesmas nos fios. O material adicionado pode ser de origem mineral e pode conter elementos como Cu, Hg, Pb, Sb e Zn [10].

Além disso, os cultivos das hennas podem ocorrer em áreas contaminadas podendo, assim, apresentar maior fração em massa de elementos traço [8]. Este fator torna esses produtos potencialmente tóxicos ou alergênicos para humanos. Muitos consumidores de henna para sobrancelhas fazem uso contínuo deste produto, podendo aumentar a absorção percutânea dessas impurezas no corpo humano e levar à intoxicação [8].

Tendo em vista, o crescente uso da henna em sobrancelhas no Brasil, o panorama apresentado acima e a escassez de estudos nacionais relativos à quantificação de impurezas inorgânicas em henna para sobrancelha, torna-se evidente a importância de realização deste estudo.

Caracterizando-se como cosmético que deve possuir registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as hennas devem seguir as regulamentações estabelecidas pela mesma, quanto ao limite de elementos inorgânicos. No entanto, essas regulamentações podem variar em diferentes regiões [12].

No Brasil, As, Cd, Cr e Pb não podem estar presentes na formulação de cosméticos como matéria prima e são considerados como impurezas. A quantidade máxima permitida em formulações cosméticas é de 3 mg kg⁻¹ para As, 20 mg kg⁻¹ para Pb, 500 mg kg⁻¹ Ba e 100 mg kg⁻¹ para demais elementos [13,14].

No Canadá, a quantidade máxima permitida nos cosméticos para Pb, As, Cd, Hg e Sb é de 10, 3, 3, 3 e 5 mg kg⁻¹, respectivamente [15]. Na Alemanha, a quantidade máxima permitida é de 20, 5, 5 e 10 mg kg⁻¹ para Pb, Cd, As, Sb e Hg, respectivamente [16]. Em ambos os países, existem especificações limitantes para alguns elementos no produto final.

No presente trabalho, foi utilizado um total de 11 amostras de hennas, de coloração e fabricantes diferentes. As amostras foram adquiridas por meio de doação de empresas e salões de cabelereiro.

Foram analisados os elementos Ba, Co, Cr, Fe, e Zn, por análise por ativação com nêutrons. Os elementos Cd e Ni foram analisados por espectrometria de absorção atômica com chama. Os resultados obtidos foram comparados a estudos em henna capilar realizados em outros países e a valores normativos nacionais e internacionais.

2. METODOLOGIA

2.1 Seleção das amostras

Um total de 11 amostras de hennas para sobrancelhas foi adquirido por doações de fabricantes e por doações de salões de cabelereiro. Foram selecionadas amostras de diferentes colorações e fabricantes (**Tabela 2**). Todas as amostras obtidas estavam em forma de pó fino. Todas as análises do presente estudo foram realizadas em duplicatas.

Tabela 2: Amostras selecionadas para o estudo

Amostra	Código	Coloração
1	HA	Marca A – Castanho médio
2	HB	Marca B – Castanho claro
3	HC	Marca C - Castanho médio
4	HD	Marca D – Marrom
5	NCC	Marca E - Castanho Claro
6	NCE	Marca E - Castanho Escuro
7	NP	Marca E – Preto
8	NCA	Marca E - Castanho Avermelhado
9	MCC	Marca F - Castanho Claro
10	MCE	Marca F – Castanho Escuro
11	MP	Marca F – Preto

2.2 Preparo das amostras e procedimento analítico

O teor de umidade das amostras e materiais de referência certificados foi determinado após secagem em estufa a 85°C por 24 horas. Para determinação dos elementos de interesse foram utilizadas duas técnicas analíticas: a análise por ativação neutrônica instrumental (INAA) e espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS).

2.2.1 Análise por ativação neutrônica

A análise por ativação neutrônica instrumental (INAA) foi empregada para a determinação da fração em massa dos elementos Ba, Co, Cr, Fe e Zn. Cento e cinquenta mg de cada amostra e dos materiais biológicos certificados MIXED POLISH HERBS (MPH – Polish Institute of Nuclear Chemistry and Technology), PEACH LEAVES (SRM 1542 – American National Institute of Standards & Technology) e, para controle de qualidade, do material de referência TEA LEAVES (TL-1 – Polish Institute of Nuclear Chemistry and Technology) foram cuidadosamente pesados em sacos de polietileno, em seguida os sacos foram selados a quente. As amostras e os padrões foram irradiados por 8 horas, sob um fluxo de nêutrons térmicos de $10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Após 15 a 20 dias de decaimento, a atividade induzida foi medida por aproximadamente 15 horas para as amostras e por 4 horas para os materiais de referência. As medidas foram realizadas utilizando-se de um detector de Ge hiperpuro GM20190 e um analisador multicanal Canberra S-100, com resolução (FWHM) do sistema de 1.90 keV para

o pico de raios gama de 1332 keV do ^{60}Co . Os espectros de raios gama foram processados utilizando-se o programa VISPECT, que localiza as energias e calcula as áreas dos picos dos espectros gerados. Para avaliação estatística da acurácia o *En-number* [17] foi calculado. O *En-number* é definido pela Eq.1:

$$E_n = \frac{X_{Lab} - X_{Cert}}{\sqrt{U_{Lab}^2 + U_{Cert}^2}} \quad (1)$$

na qual o numerador indica a diferença absoluta entre o resultado experimental (X_{Lab}) e o valor certificado no material de referência (X_{Cert}), e U_{Cert} e U_{Lab} são as incertezas expandidas da fração em massa ($k=2$) recomendada e experimental, respectivamente. O *En-number* calculado foi satisfatório ($En < 1$) para quase todos elementos quantificados num intervalo de 95% confiança, exceto para Cr ($En=2$).

2.2.2 Espectrometria de absorção atômica com chama - (FAAS)

As amostras de henna foram preparadas em duplicata. Cerca de 500 mg de material foram pesados e submetidos à digestão ácida realizada com 9 ml de uma mistura 1: 3 de HNO_3 a 65% e HCl a 37% (água régia) num banho maria em chapa elétrica por cerca de 4 horas, segundo metodologia proposta por [18].

Os extratos ácidos foram diluídos em balões volumétricos de 50 ml e foram filtrados com papel de filtro, faixa azul de porosidade 150 mm. Em seguida, foram resfriados a 5°C , para posterior determinação da fração em massa dos elementos no espectrofotômetro de absorção atômica de alta resolução FAAS Contra300, Analytik Jena AG. Nestes mesmos extratos, foram determinadas as concentrações dos elementos Ni e Cd.

A curva de calibração foi preparada a partir dos padrões da marca Speesol, e as concentrações utilizadas foram, respectivamente, 998 mg L^{-1} e 1001 mg L^{-1} , para níquel e cádmio. Na Tabela 3, estão descritos os parâmetros de operação do FAAS. A fração em massa das amostras, dos materiais de referência e dos brancos de digestão, foi calculada a partir da comparação entre as absorbâncias das amostras e da curva de calibração.

Para controle de qualidade das amostras o procedimento de digestão foi realizado também nos materiais de referência certificados TEA LEAVES (TL-1 – Polish Institute of Nuclear Chemistry and Technology) e APPLE LEAVES (SRM 1515 – American National Institute of Standards & Technology) e foram realizados três brancos de digestão. Para controle de qualidade *En-number* foi calculado e os valores obtidos para Cd e Ni foram satisfatórios ($En < 1$).

Tabela 3: Parâmetros de operação do FAAS

Parâmetros Instrumentais	FAAS Cd/Ni
Comprimento de onda (nm)	228/232
Lâmpada	Xenônio
Abertura do atomizador (mm)	50
Temperatura de atomização ($^\circ\text{C}$)	2300

3. RESULTADOS

Na Tabela 4 são mostradas as frações em massa dos elementos determinados.

Tabela 4: Média da fração em massa dos elementos nas amostras de henna para sobrancelhas

Amostra	Ba	Cd	Co	Cr	Fe*	Ni	Zn
	(mg kg ⁻¹)						
HA	2,7 ± 0,4	0,022 ± 0,001	0,022 ± 0,002	0,38 ± 0,04	5,35± 0,40	0,45 ± 0,03	5,4±0,4
HB	<1,5	0,020 ± 0,004	0,030 ± 0,003	0,21 ± 0,02	<0,004	<0,25	6,2± 0,4
HC	1,6 ± 0,4	<0,016	0,045 ± 0,006	0,50 ± 0,14	0,016± 0,001	0,33 ± 0,01	2,1±0,2
HD	7,6 ± 0,8	<0,016	0,085 ± 0,009	4,9 ± 0,5	0,029± 0,001	0,75 ± 0,01	6,5±0,5
NP	124029 ± 5170	<0,016	0,56 ± 0,06	21±3	0,102± 0,040	4,4 ± 0,4	8,9±0,3
MCC	9,3 ± 0,8	0,017 ± 0,003	0,11 ± 0,02	2,70±0,05	0,004± 0,001	4,8 ± 0,5	2,47±0,06
NCC	129182 ± 4413	0,016 ± 0,004	0,30 ± 0,05	21,3±0,60	0,077± 0,015	4,5 ± 0,7	5,3±0,3
NCE	126902± 5170	<0,016	0,50 ± 0,06	28±2	0,108± 0,004	3,17 ± 0,02	6,9±0,3
MP	6,7 ± 0,8	<0,016	0,079 ± 0,010	7,1±0,6	0,013± 0,001	1,2 ± 0,2	2,7±0,1
MCE	8,5 ± 0,6	<0,016	0,091 ± 0,012	4,3±0,3	0,012± 0,001	1,0 ± 0,3	3,2±0,1
NCA	112137 ± 7189	<0,016	0,60 ± 0,05	17±5	0,179± 0,017	0,6 ± 0,3	14,5±1,7
ANVISA ^{[13],[14]}	500	100	100	100	100	100	100
ALEMANHA ^[16]	-	5	-	-	-	-	-
CANADÁ ^[15]	-	3	-	-	-	-	-

* fração em massa em %.

Conforme mostrado na Tabela 4, Ba, Cr e Zn foram os elementos presentes em concentrações mais elevadas. O Ba está presente em concentrações que variam de <1,5 a 129182 mg kg⁻¹ nas amostras, indicando o uso provável de pigmentos à base de compostos de bário. Concentrações mais elevadas de Ba foram encontradas nas amostras de hennas de cor castanho claro da marca E, porém este elemento não foi detectado na colaração castanho claro da marca B, indicando assim variação na fração em massa do elemento de acordo com a marca analisada. A absorção percutânea e ocular do bário a partir da utilização das hennas acarreta aumento de pressão arterial e mudanças no sistema nervoso central [19]. Das onze amostras analisadas, quatro não estão em conformidade com o valor estabelecido pela ANVISA de 500 mg kg⁻¹ para cloreto de bário. As amostras da marca E apresentaram valores 250 vezes superiores aos valores regulamentares [13].

A fração em massa de Cr nas hennas analisadas foi de 0,21 a 28 mg kg⁻¹, sendo a henna de castanho escuro da marca E a que apresenta maior fração em massa desse elemento, indicando desse modo a presença de contaminantes de cromo nos pigmentos utilizados nas

hennas. Entretanto, os valores de Cr nas amostras analisadas estão de acordo com os valores estabelecidos pela ANVISA (100 mg kg^{-1}). A absorção percutânea e ocular do cromo a partir da utilização das hennas pode ocasionar câncer de pulmão e/ou anemia, podendo também afetar o fígado e os rins [19].

A fração em massa encontrada de Zn nas hennas analisadas apresentou-se entre 2,1 e $14,5 \text{ mg kg}^{-1}$, indicando assim a possível contaminação dos pigmentos por compostos de Zn e/ou a absorção desse elemento a partir do solo. A exposição a Zn via ocular e percutânea causa secura na garganta, tosse, fraqueza e dor generalizada, entre outros sintomas [19]. No presente trabalho os valores quantificados estão de acordo com o valor preconizado pela ANVISA, de 100 mg kg^{-1} para Zn.

Conforme observado na Tabela 4, os elementos Cd, Co, Fe e Ni também encontram-se presentes nas hennas analisadas, em baixas concentrações. O Cd está presente nas hennas em uma fração em massa de $<0,016$ a $0,022 \text{ mg kg}^{-1}$, indicando a presença de compostos de cádmio como contaminantes dos pigmentos utilizados. A exposição dérmica e ocular a baixos níveis de Cd torna os ossos frágeis e facilita sua quebra. O Cd e seus compostos são carcinogênicos para os seres humanos [20]. Os limites para Cd em cosméticos no Brasil, na Alemanha e no Canadá, são respectivamente, 100, 5 e 3 mg kg^{-1} ; sendo assim, as hennas analisadas estão de acordo com estes valores preconizados.

As concentrações de Co, encontradas foram de $0,022$ a $0,60 \text{ mg kg}^{-1}$, indicando a presença de cobalto como contaminante dos pigmentos utilizados. O cobalto é um possível carcinogênico para os seres humanos, além de ser alérgico para pele [21].

As concentrações de Fe variaram de $<0,004$ a $5,35 \%$ (m/m). A fração em massa mais elevada do Fe se encontra na henna de marca A da cor castanho médio, indicando assim a possível utilização de óxido de ferro como pigmento. O Fe é considerado um elemento essencial e nas concentrações encontradas não causa danos à saúde dos consumidores.

As concentrações de Ni encontradas variaram de $<0,25$ a $4,8 \text{ mg kg}^{-1}$, indicando assim a presença de níquel como contaminante dos pigmentos utilizados. O Ni metálico e o Ni (II) são carcinogênicos para o trato respiratório quando inalado, além de ser considerado alérgico e causador de sensibilização [22]. As concentrações encontradas estão de acordo com o valor legislado pela ANVISA.

Dentre as 11 amostras analisadas, 4 apresentaram valores em desacordo com os valores estabelecidos pelo órgão nacional ANVISA [13,14] e podem representar um risco à saúde dos consumidores deste produto.

De maneira geral, os valores obtidos para os elementos analisados foram concordantes com estudos similares realizados em outros países [7,9]. Outros autores já reportaram valores de bário superiores a $150000 \text{ mg kg}^{-1}$ em amostras de henna para aplicação cosmética comercializadas na Dinamarca [7].

3. CONCLUSÕES

No Brasil o uso de cosméticos é intenso e estes devem ser seguros, ou seja, não devem representar risco à saúde dos consumidores. Os resultados obtidos no presente estudo indicaram que nem todas as hennas para sobrancelhas analisadas estão em conformidade com

os valores regulamentados de impurezas inorgânicas para cosméticos. Quatro das 11 amostras analisadas apresentaram valores de fração em massa de bário cerca de 250 vezes maior que o valor preconizado pela agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA), fato que pode representar um potencial risco aos usuários deste tipo de produto. As frações em massa de Cd, Co, Cr, Fe, Ni e Zn apresentaram valores abaixo dos limites regulamentados para cosméticos.

REFERENCIAS

1. BOCCA B, PINO A, ALIMONTI A, et.al. Toxic metals contained in cosmetics: A status report Regulatory. *Toxicology and Pharmacology*, vol. 68, p.447-467, 2014.
2. OZBEK N, AKMAN S. Determination of lead, cadmium and nickel in hennas and other hair dyes sold in Turkey. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol.79, p. 49-53, 2016.
3. IBRAHIM, SY, FAWZI MM, SAAD MG, RAHMAN SMA. Determination of Heavy Metals and Other Toxic Ingredients in Henna (*Lawsonia inermis*). *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, vol.6, p. 364, 2016.
4. EBRAHIM AM, Eltayeb MH, KHALID H, MOHAMED H, ABDALLA W, GRILL P, MICHALKE B. Study on trace elements and heavy metals in some popular medicinal plants from Sudan. *Journal of Natural Medicines*, vol 66, p. 671-679, 2012.
5. JALLAD KN, ESPADA-JALLA DC. Lead exposure from the use of Lawsonia inermis (Henna) in temporary paint-on-tattooing and hair dying. *Science of the Total Environment*, vol. 397, p. 244–250, 2007.
6. MEDHAT ME, SINGH VP, SHIMARDI SP. Determination of Lead and Radioactivity in Cosmetics Products: Hazard Assessment. *Nuclear Technology & Radiation Protection*, vol. 30(3), p.219-224, 2015.
7. BERNTH N, HANSEN OC, HANSEN SF, PEDERSEN E. Survey of Chemical Substances in Kohl and Henna Products. *Copenhagen: Danish EPA*, vol.65, p.41, 2005.
8. NOUIOUI MA, MAHJOUBI S, GHORBEL A, et al. Health Risk Assessment of Heavy Metals in Traditional Cosmetics Sold in Tunisian Local Markets. *International Scholarly Research Notices*, vol.16, p.12, 2016.
9. KANG IJ, LEE MH. Quantification of para-phenylenediamine and heavy metals in henna dye. *Contact Dermatitis*, vol.55, p.26–29, 2006.
10. LEKOUCH N, SEDKI A, NEJMEDDINE A, GAMON S. Lead and traditional Moroccan pharmacopoeia. *Science of the Total Environment*, vol. 280, p.39-43, 2001.
11. ZIADAT AH. Disabilities of Children in Correlation to the usage of Hair Dye among Pregnant Women. *International Journal of Pharmacology*. **Volume 6(4)**, p.487-493, 2010.

12. BATISTA, E.F.; AUGUSTO, A.S.; PEREIRA-FILHO, E.R. Chemometric evaluation of Cd, Co, Cr, Cu, Ni (inductively coupled plasma optical emission spectrometry) and Pb (graphite furnace atomic absorption spectrometry) concentrations in lipstick samples intended to be used by adults and children. *Talanta*, vol.150, p.206-212, 2016.
13. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução número 44 de 9 de agosto de 2012, p.9, 2012.
14. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução número 38 de 21 de março de 2001, p.8, 2001.
15. Consumer Product Safety: Guidance on Heavy Metal Impurities in Cosmetics, HC-SC (Health Canada-Santé Canada), http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/indust/heavy_metals-metaux_lourds/index-eng.php, 2012.
16. Kosmetische Mittel: BfR empfiehlt Schwermetallgehalte über Reinheitsanforderungen der Ausgangsstoffe zu regeln, Stellungnahme, http://www.bfr.bund.de/cm/343/kosmetische_mittel_bfr_empfiehl_schwermet_allgehalte_ueber.pdf, 2006.
17. ISO 13528:2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. International organization for standardization, Geneva, 2005.
18. UDDIN AH, KHALID RS, ALAAMA M, ABDUALKADER AM, KASMURI A, ANNA SA. Comparative study of three digestion methods for elemental analysis in traditional medicine products using atomic absorption spectrometry. *Journal of Analytical Science and Technology*, vol.7(6), p.1-7, 2016.
19. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC): “Danos a saúde” http://nti.ceavi.udesc.br/e-lixo/index.php?makepage=danos_a_saude, 2017.
20. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR): “Cadmium”, <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=15>, 2012.
21. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR): “Cobalt”, <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=64>, 2008.
22. GONZALEZ KR. Toxicologia do Níquel. *Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade*, vol. 9(2), p. 30-54, 2016.