

Artigo

Determinação de Íons Metálicos em Cigarros Contrabandeados no Brasil

Silva, C. P.;* Voigt, C. L.; Campos, S. X.

Rev. Virtual Quim., 2014, 6 (5), 1249-1259. Data de publicação na Web: 14 de agosto de 2014

<http://www.uff.br/rvq>**Determination of Metal Ions in Contraband Cigarettes in Brazil**

Abstract: In Brazil, one out of each four cigarettes consumed by the smokers is smuggled. These cigarettes do not go through quality control and can present potential risk to their consumers. In this study, the flame atomic absorption spectrometry (FAAS) of metal ions Cu, Mn, Zn, Co, Cr, Cd, Pb, Fe, Ag and Ni was carried out in cigarettes of 18 different brands, which are the most smuggled into the country. The results obtained revealed that in all 18 brands of cigarettes analyzed, the values of metal ions under study appeared in higher concentrations when compared to similar studies found in the literature, with values up to eleven times higher for very toxic metals such as Cr, Ni, Cd and Pb.

Keywords: Smuggled cigarettes; Brazil; Metal determination.

Resumo

No Brasil, um em cada quatro cigarros consumidos pela população é proveniente do contrabando. Esses cigarros não possuem qualquer controle de qualidade e podem apresentar potencial risco aos seus consumidores. Nesse trabalho, foi realizada a análise por espectrometria de absorção atômica de chama (FAAS) dos íons metálicos Cu, Mn, Zn, Co, Cr, Cd, Pb, Fe, Ag e Ni em 18 marcas dos cigarros mais contrabandeados no Brasil. Os resultados obtidos apontam que para todas as 18 marcas de cigarros contrabandeados os valores dos íons metálicos analisados apresentaram concentrações maiores em comparação a estudos similares encontrados na literatura, com valores de até onze vezes maior para metais muito tóxicos como o Cr, Ni, Cd e Pb.

Palavras-chave: Cigarros contrabandeados; Brasil; determinação de Metais.

* Universidade Estadual de Ponta Grossa, Grupo de Pesquisa em Química Analítica Ambiental e Sanitária (QAAS), CEP 84030-900, Ponta Grossa-PR, Brasil.

✉ qaasuepgcleber@gmail.com

DOI: [10.5935/1984-6835.20140082](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20140082)

Determinação de Íons Metálicos em Cigarros Contrabandeados no Brasil

Cleber Pinto da Silva, Carmen Lúcia Voigt, Sandro X. de Campos

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Grupo de Pesquisa em Química Analítica Ambiental e Sanitária (QAAS), CEP 84030-900, Ponta Grossa-PR, Brasil.

* qaasuepgcleber@gmail.com

Recebido em 10 de fevereiro de 2014. Aceito para publicação em 13 de agosto de 2014

1. Consumo e toxicologia de cigarros
2. Determinação de metais em amostras de cigarros contrabandeados
 - 2.1. Tratamento das amostras
 - 2.2. Determinação dos íons metálicos
3. Resultados e discussão
 - 3.1. Análise dos íons metálicos nas amostras de cigarros
4. Conclusão

1. Consumo e toxicologia de cigarros

O tabagismo é uma séria ameaça à saúde, matando no mundo aproximadamente seis milhões de pessoas por ano e causando prejuízos econômicos de centenas de bilhões de dólares.¹

A organização mundial de saúde estima ter ocorrido um acréscimo no consumo mundial de cigarros durante as últimas décadas, sendo este número atualmente próximo a um bilhão de fumantes.¹ No Brasil estima-se que cerca de 16,2% da população são fumantes.²

Devido aos vários tipos de doenças relacionadas ao tabagismo, que incluem problemas cardíacos, esôfago, câncer de

pulmão, laringe, boca, bexiga, rim, pâncreas, colón e estômago, em todo mundo tem sido implementadas medidas para conter o avanço no consumo de cigarros, das quais se destaca a alta tributação de impostos. Essa medida ocasiona a ampliação do mercado ilegal que é abastecido, principalmente, pelo contrabando.^{1,3-4}

Estimativas sugerem que cerca de 11,6% de todos os cigarros consumidos no mundo sejam obtidos de forma ilícita via contrabando ou falsificação.³⁻⁵ Em 2012 a União Europeia aprendeu 246.388.880 de cigarros fabricados de forma ilícita sendo os maiores fornecedores a China (42 %) e Emirados Árabes Unidos (36%).⁶

No Brasil, estima-se que cerca de 35% do cigarro consumido no país é proveniente de contrabando.³ Dados do primeiro semestre de 2013 apontam um crescimento de

103,17% no valor das apreensões em relação ao mesmo período do ano de 2012, chegando a um total de 83.794.454 de maços, que corresponde a mais de 1,67 bilhões de cigarros apreendidos.⁷

A planta do tabaco, *Nicotiana tabacum*, é conhecida por absorver elementos metálicos do solo e acumulá-los em suas folhas. Alguns metais têm importantes efeitos em muitos processos biológicos. Alguns destes elementos são tóxicos para os seres humanos, mesmo em níveis muito baixos de ingestão. A fração de um determinado elemento que é transferido para a fase da fumaça tem uma forte variação e depende das propriedades de cada elemento. Estudos indicam que aproximadamente 33% do cádmio e 19% do chumbo presentes em tabaco são liberados na fumaça durante a queima.⁸⁻¹¹

Os metais absorvidos junto com a fumaça do cigarro são transferidos para corrente sanguínea e acumulados no organismo por meio do fígado e rins. Assim, podem interferir nos processos biológicos envolvendo o DNA, causando mutações e tumores em diversos tecidos do corpo humano.^{8,12}

A presença de metais em cigarros tem sido amplamente descrita na literatura científica.¹³⁻¹⁹ Entretanto nenhum estudo é relatado sobre a análise dessas substâncias em cigarros que entram de forma ilícita no Brasil, via contrabando, e são amplamente consumidos pela população.

Desta forma, nesse trabalho foi realizado um estudo inédito de análise dos íons metálicos cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), ferro (Fe), cobalto (Co), cádmio (Cd), cromo (Cr), prata (Ag), chumbo (Pb), e níquel (Ni) por espectrometria de absorção atômica de chama, em cigarros de 18 marcas contrabandeadas e mais apreendidas no Brasil.

2. Determinação de metais em amostras de cigarros contrabandeados

2.1. Aquisição e tratamento das amostras

Para a realização dos estudos foram adquiridas 18 marcas de cigarros contrabandeados através da parceria entre a Delegacia da Receita Federal 9ª região fiscal em Ponta Grossa e a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Essas 18 marcas de cigarros utilizadas no estudo encontram-se na lista das mais apreendidas no ano de 2012.

Os cigarros obtidos estavam em pacotes lacrados com 10 maços. Para a amostragem e realização das análises, utilizou-se 1 cigarro de cada maço. Os filtros e os papéis foram separados do tabaco e este foi triturado em moedor Blixer 3 Robot Coupe da Quali Corte e liofilizadas em Liofilizador Terroni LD1500A. Todas as amostras foram mantidas em temperatura ambiente e lacradas até a realização das análises.

2.2. Determinação dos íons metálicos

As extrações foram realizadas utilizando o Método adaptado de US-EPA 3050B,²⁰ em Bloco Digestor Microcontrolado Tecnal Modelo 40/25 com 3 replicas por amostra. Para cada extração pesou-se em balança analítica Shimadzu AY220 0,8 g ± 0,01 de tabaco do cigarro liofilizado em tubos de borossilicato, adicionando-se 20 mL de HNO₃ concentrado PA e deixando-se em repouso por 2 h.

Seguiu-se de aquecimento à temperatura de 120°C por 6 h. Após um breve resfriamento, adicionou-se 4 mL de H₂O₂ 30% v/v, permanecendo em aquecimento à 120°C por mais 4 h. Os extratos obtidos foram transferidos para balões volumétricos de 50 mL por filtração em filtro quantitativo Whatman nº 540, realizando-se lavagens

sucessivas com água ultrapura.

Os extratos foram armazenados e refrigerados a 4°C até a realização das medidas. Foram analisados os íons Cu, Mn, Zn, Fe, Co, Cd, Cr, Ag, Pb, e Ni utilizando um Espectrômetro de Absorção Atômica de Chama (FAAS) marca Varian modelo 240FS, equipado com lâmpada de deutério como corretor de fundo e lâmpadas de cátodo-oco multielementares. Utilizou-se chama oxidante de ar/acetileno, com fluxo de 13,50 L.min⁻¹ e 2,00 L.min⁻¹, respectivamente. A Tabela 1 mostra os dados operacionais das lâmpadas de cátodo-oco utilizadas.

Para validação do método de extração foi

utilizado material de referência certificado MESS-3 (sedimento marinho) do (*National Research Council Canada – NRCC*) contendo os metais Cu, Mn, Zn, Co, Cr, Cd, Pb e Ni.

Para o preparo das soluções padrão utilizou-se soluções estoque de 1000 mg.L⁻¹ da Marca Qhemis High Purity. As curvas analíticas foram construídas a partir destes padrões, em 3 diluições a partir de 5,00 (mg.L⁻¹) para cada elemento.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos coeficientes de correlação, os limites de detecção e limites de quantificação calculados.

Tabela 1. Lâmpadas de Cátodo Oco Multielementares

Metais	Intensidade de corrente (ma)	Comprimento de onda (nm)	Largura da fenda (nm)	Faixa de trabalho ideal (µg.mL ⁻¹)
Cu	10,0	324,8	0,5	0,03 - 10,00
Mn	5,0	279,5	0,2	0,02 - 5,00
Zn	5,0	213,9	1,0	0,01 - 2,00
Fe	5,0	248,3	0,5	0,06 - 15,00
Co	7,0	240,7	0,2	0,05 - 15,00
Cd	4,0	228,8	0,5	0,02 - 3,00
Cr	7,0	357,9	0,2	0,06 - 15,00
Ag	4,0	328,1	0,5	0,02 - 10,00
Pb	10,0	217,0	1,0	0,10 - 30,00
Ni	4,0	232,0	0,2	0,10 - 20,00

Tabela 2. Resultados da curva analítica dos íons metálicos analisados

Metais	Coefficiente de Correlação (r ²)	Limite de Detecção - LD (mg.L ⁻¹)	Limite de Quantificação - LQ (mg.L ⁻¹)
Cu	0,9998	0,2691	0,8969
Mn	0,9999	0,1613	0,5376
Zn	0,9997	0,2163	0,7209
Fe	0,9994	0,0916	0,3055
Co	0,9997	0,1171	0,3902
Cr	0,9994	0,1034	0,3448
Cd	0,9989	0,0262	0,0873
Ag	0,9987	0,1094	0,3647
Pb	0,9986	0,1637	0,5455
Ni	0,9996	0,0612	0,2041

3. Resultados e discussão

3.1. Análise dos íons metálicos nas amostras de cigarros

O peso médio obtido das amostras unitárias foi de $0,68 \text{ g} \pm 0,02$. Os resultados inicialmente foram submetidos à análise estatística por meio do teste Q, para avaliar a existência de outliers.

Em seguida calculou-se o desvio padrão e intervalo de confiança utilizando a distribuição t de Student. O resultado obtido em todos os testes considerou o nível de confiança em 95%.

A Tabela 3 apresenta os dados de recuperação do método proposto para a extração dos íons metálicos.

A Figura 1 e Figura 2 apresentam as análises dos íons metálicos realizados nas 18 marcas de cigarros contrabandeados sendo identificadas de A1- A18.

Tabela 3. Determinação de íons metálicos em material de referência certificado MESS-3 pelo método de digestão proposto. Percentual de recuperação de metais nas amostras de material de referência certificado

Metal	Valor Certificado ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Valor medido ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	% de Recuperação
Cu	$39,3 \pm 2,0$	$37,4 \pm 1,2$	95,2
Mn	$365,0 \pm 21,0$	$343,0 \pm 11,2$	94,0
Zn	$172,0 \pm 1,6$	$158,2 \pm 0,9$	92,4
Co	$13,8 \pm 1,4$	$12,2 \pm 1,1$	88,4
Cr	$106,0 \pm 8,0$	$98,7 \pm 3,8$	93,1
Cd	$0,24 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,02$	79,2
Pb	$21,9 \pm 1,2$	$19,6 \pm 1,0$	89,5
Ni	$49,3 \pm 1,8$	$45,1 \pm 1,5$	87,4

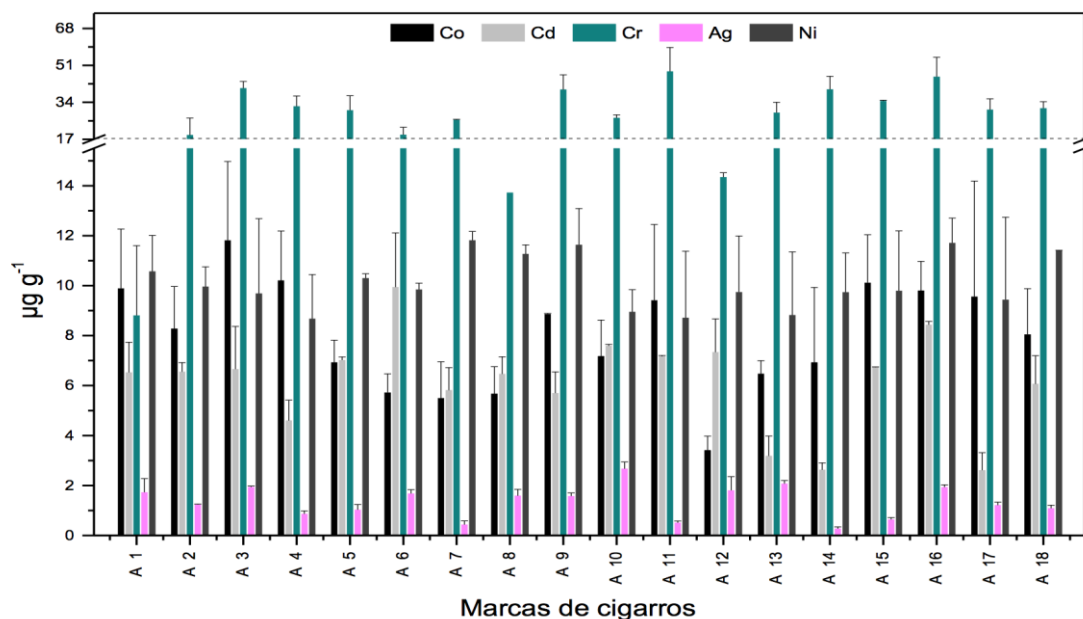


Figura 1. Histograma das concentrações ($\mu\text{g.g}^{-1}$) de Co, Cd, Cr, Ag e Ni em massa de tabaco seco

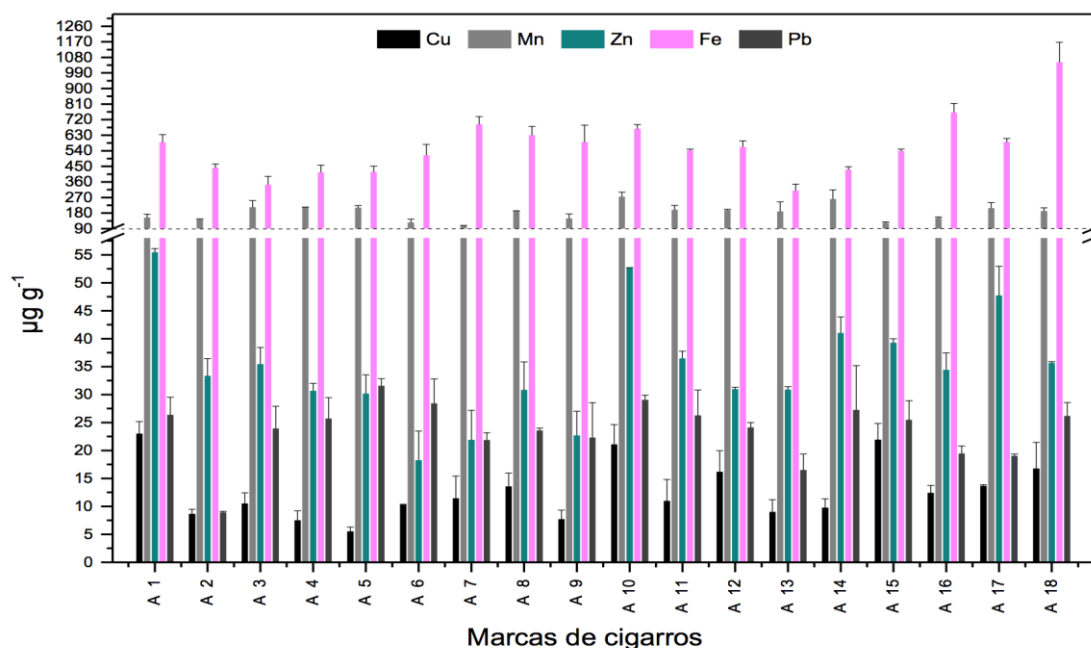


Figura 2. Histograma das concentrações ($\mu\text{g g}^{-1}$) de Cu, Mn, Zn, Fe e Pb em massa de tabaco seco

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, os metais analisados podem ser quantitativamente recuperados de amostras de cigarro utilizando o método descrito, como sugerido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da resolução RE nº 899 de 29 de maio de 2003. Segundo essa resolução a validação deve garantir, por meio de estudos experimentais, que o método proposto atenda às exigências das aplicações analíticas, assegurando a confiabilidade dos resultados, e apresentando recuperações na faixa 80 a 120%.²¹

Por meio dos resultados apresentados na Figura 1 e Figura 2, os níveis de metais em cigarros apreendidos variaram significativamente. Os níveis médios de metais com maior potencial cancerígeno como Cr, Cd, Ni e Pb, determinados nas 18 amostras de cigarros contrabandeados, foram superiores a resultados encontrados em estudos similares realizados em outros países, tais como Estados Unidos, Reino Unido, Brasil e China.^{8,14-19}

O Cr detectado na marca A11 apresentou a concentração de $48,1 \mu\text{g g}^{-1}$, esta marca de cigarro corresponde a 12,99% do volume de apreensões em 2012. O maior valor encontrado para o Cr na literatura foi de $3,5 \mu\text{g g}^{-1}$ em cigarros falsificados no Reino Unido. Desta forma, o valor para o Cr na marca A11 é superior a 11 vezes ao valor máximo encontrado em cigarros falsificados no Reino Unido.^{8,16-18}

O Cr ataca o trato respiratório, sua toxicidade aguda está relacionada a dificuldades na respiração, tosse, formação de úlceras, perfuração do septo nasal, bronquite crônica, diminuição da função dos pulmões e pneumonia.²²⁻²³

Vários estudos têm mostrado que alguns compostos de Cr induzidos por enzimas redox ativas podem gerar estados intermediários instáveis. O Cr^{+VI} é altamente redutor e pode facilitar à formação de radicais contendo carbono e outras substâncias tóxicas, neste estado oxidação o Cr não interage com macromoléculas nucleofílicas, entretanto pode transpor a membrana celular através dos canais de troca iônica. No interior das

células, é rapidamente convertido a Cr^{+III} e pode interagir com moléculas de proteína.²³

O valor médio para Cd encontrado na marca A6 foi de $9,93 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, essa marca de cigarro foi responsável por 4,24% nos volumes de apreensão o que corresponde a 313,950 pacotes de cigarros apreendidos em 2012. A concentração encontrada para a marca A6 é superior ao apresentado em estudo sobre cigarros franceses legalizados com média de $4,38 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Assim, os cigarros contrabandeados chegam a conter o dobro de Cd quando comparado ao estudo francês.¹⁴

Na queima do cigarro cerca de 33% do Cd é incorporado a fumaça e 25 a 50% é absorvida pelo organismo. O valor de Cd encontrado na marca A6 ($9,93 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), demonstra que o consumo diário de 20 cigarros contrabandeados pode ocasionar uma absorção diária de Cd entre 13,40 a 26,81 μg . Comparando os valores entre os cigarros contrabandeados e os valores relatados em cigarros comercializados de forma legal no Brasil (0,61 a 1,22 μg), verifica-se o potencial risco de quem consome esses produtos ilícitos.^{8,11}

Estudos demonstram que o Cd se acumula em diversos órgãos do corpo humano e interferem diretamente nas reações químicas envolvendo as células. Parte do mecanismo ocorre pela indução de espécies reativas com oxigênio, o que contribui para o desenvolvimento de doenças tais como anemia, câncer, neurodegeneração, disfunção pulmonar, disfunção renal, doença vascular, hipertensão, doenças coronárias, enfarte do miocárdio, osteoporose, doença de Parkinson e doença de Alzheimer.^{24,25}

Em estudos semelhantes sobre a determinação de metais em cigarros comercializados legalmente em dois países Paquistão e Brasil, foi encontrado respectivamente os valores médios de Pb de 14,53 e $0,27 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.^{8,15}

As marcas A5 e A10 respectivamente apresentaram concentrações de Pb de 31,57 e $29,04 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, o que representa o dobro do valor encontrado em cigarros do Paquistão e

um valor acima de 116 vezes ao encontrado em cigarros legalizados no Brasil. As duas marcas A5 e A10 juntas correspondem a 16,52% do volume total de apreensões de cigarros em 2012.^{8,15}

O Pb é um metal extremamente tóxico capaz de gerar efeitos graves sobre o cérebro, rins, sistema nervoso e células vermelhas do sangue. Pesquisas relacionaram o aumento nos níveis deste metal com a redução no quociente de inteligência e recentemente associaram o Pb presente no tabaco ao mau desenvolvimento de fetos.²⁶

Em relação ao Ni, a marca A7 apresentou o valor médio de $11,81 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Essa concentração é superior as descritas na literatura em diversos países, aproximadamente 3 vezes maior que a média encontrada em cigarros legalizados na Índia $3,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e 5 vezes a média encontrada em cigarros comercializados legalmente na China $2,23 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.¹³⁻¹⁸

Estima-se que 20% do Ni presente no tabaco sejam transferidos para a fumaça durante a queima do cigarro e cerca de 20 a 35% sejam absorvidos.^{16,27}

Desta forma, considerando a média da concentração da marca (A7), que apresentou a maior concentração de Ni $11,81 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e supondo que uma pessoa consuma 20 cigarros diariamente, como resultado poderá absorver em um só dia entre 6,50 a 11,37 μg de Ni. Esse valor de Ni corresponde a um número 10 vezes superior ao calculado (0,57 μg a 0,99 μg) quando o fumante consome cigarros brasileiros legalizados.⁸

O Ni é um agente genotóxico, atuando em reações químicas com oxigênio e pode causar mutações no DNA. É tóxico aos sistemas nervoso, reprodutivo e imunológico. Estudos recentes apontam para toxicidade no desenvolvimento de fetos e recém-nascidos. Os principais efeitos sobre a saúde são alergias de pele, fibrose pulmonar, problemas nos rins, envenenamento do sistema cardiovascular.^{25,28} O Ni é apontado pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) como um metal altamente

cancerígeno, principalmente para câncer de pulmão e cavidade nasal.²⁸

A média dos valores encontrados para o Zn ($34,85 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Cu ($13,01 \mu\text{g.g}^{-1}$) nos cigarros contrabandeados apresentaram resultados próximos aos encontrados em estudos realizados em cigarros legalizados na Índia Zn ($27,0 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Cu ($14,0 \mu\text{g.g}^{-1}$), Irã Zn ($27,02 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Cu ($9,7 \mu\text{g.g}^{-1}$), e cigarros falsificados no Reino Unido Zn ($49,0 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Cu ($16,7 \mu\text{g.g}^{-1}$).¹³⁻¹⁹

Estudos demonstram que a exposição a altas doses de Zn em curto prazo causam cólicas estomacais, náuseas e vômitos. A exposição prolongada a altos níveis de Zn podem provocar anemia, danos no pâncreas, além disso, a alta concentração desse metal no organismo interfere na absorção do Cu.²⁹

Não foram encontradas na literatura quantificações de Ag em cigarros. Estudos recentes têm classificado a Ag como um poluente inorgânico emergente e quando está ionizada na presença de fluidos e secreções apresenta forte atividade biológica, reagindo com grupos contendo enxofre e nucleófilos. Nesse estudo, foi encontrado o valor de $2,67 \mu\text{g.g}^{-1}$ de Ag na marca A10, que foi à segunda marca mais apreendida em 2012 com 961.800 pacotes e representa 12,99% do volume total de cigarros contrabandeados apreendidos.³⁰

Poucos trabalhos quantificam o Co em cigarros. Estudos realizados em cigarros legalizados na Índia apresentaram valores médios próximos a $0,91 \mu\text{g.g}^{-1}$ de Co, muito abaixo do valor encontrado nos cigarros da marca A3 ($11,80 \mu\text{g.g}^{-1}$). Estudos realizados com a ingestão controlada de Co em ratos provocaram um aumento na incidência de neoplasias bronquiolar e alveolares, além de ocorrer um aumento no feocromocitoma adrenal nas fêmeas, que é um tipo de tumor que dificilmente responde a radioquimioterapia.^{17,31}

A média dos valores encontrados para o Mn nas marcas A10 e A14 foram respectivamente 274 e $260 \mu\text{g.g}^{-1}$, as 2 marcas juntas corresponderam em 2012 a

14% do volume de cigarros apreendidos no Brasil. As concentrações de Mn foram muito superiores as médias encontradas em cigarros vendidos legalmente no Paquistão ($45,03 \mu\text{g.g}^{-1}$) e semelhante ao valor encontrado no Reino Unido ($226 \mu\text{g.g}^{-1}$).^{15,18}

A exposição a altos níveis de Mn leva a um grave quadro toxicológico. O Mn preferencialmente se acumula nos gânglios em adultos e pode causar a doença conhecida como manganismo, que possui sintomas semelhantes à doença de Parkinson. Testes realizados em ratos com dopagem controlada entre 5 a $20 \mu\text{g.g}^{-1}$ de Mn durante oito dias apresentaram deficiência motora. Além disso, a neurotoxicidade pode ser associada ao desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, tais como Alzheimer e esclerose lateral amiotrófica.³²

A média de Fe em todas as 18 marcas foi de $560 \mu\text{g.g}^{-1}$, sendo semelhante aos descritos em cigarros falsificados no Reino Unido $588 \mu\text{g.g}^{-1}$ e superior a cigarros legalizados produzidos no mesmo país ($346 \mu\text{g.g}^{-1}$). O Fe é um elemento tóxico apenas com doses extremamente elevadas e pode ser um indício de falsificação.¹⁹

A presença de metais em níveis extremamente elevados são indícios de falsificação. Possivelmente estão relacionados ao uso indiscriminado de fertilizantes com altos níveis destes metais, água de irrigação contaminada, local e uso de equipamentos inadequados para o processamento da matéria prima, cultivo em áreas contaminadas por indústrias de transformação e contaminações de origens geogênicas.^{4-12,19,33}

Assim, a inalação desses metais via fumaça do cigarro pode contribuir para aumentar a concentração destes agentes tóxicos em fumantes ativos e passivos ocasionando possíveis riscos a saúde, devido serem classificados como cancerígenos pela (IARC).^{12,29,31,34}

4. Conclusão

A partir dos resultados de validação do método de extração verificou-se uma eficiência com valores de recuperação entre 79,2 – 95,2%.

Os resultados obtidos apontam que as 18 marcas de cigarros contrabandeados apresentam concentrações dos íons metálicos Cu, Mn, Zn, Fe, Pb, Cr, Co, Ag, Ni e Cd superiores em comparação a estudos encontrados na literatura.

Os níveis de Cr, Cd, Ni e Pb que possuem o maior potencial cancerígeno chegaram a apresentar concentrações de até 11 vezes aos valores encontrados em estudos similares em diversos países.

As altas contaminações por estes metais podem estar associadas à falsificação devido ao uso intensivo de fertilizantes contendo estes metais ou ainda a produção e fabricação com materiais inadequados em locais impróprios.

Portanto, fumantes ativos ou passivos, quando consomem esses cigarros contrabandeados podem estar expostos a um fator de risco ainda maior do que o oferecido pelo produto legalizado causando vários problemas de saúde, incluindo diversos tipos de câncer, problemas cardíacos e pulmonares.

Referências Bibliográficas

- ¹ World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic. Enforcing bans on tobacco advertising, promotion and sponsorship. 2013. [Link]
- ² Madruga, C. S.; Ferri, C. P.; Pinsky, I.; Blay, S. L.; Caetano, R.; Laranjeira, R. Tobacco use among the elderly: The first Brazilian National Survey (BNAS). *Aging & Mental Health* **2010**, *14*, 720. [CrossRef] [PubMed]
- ³ Joossens, L.; Merriman, D.; Ross, H.; Raw, M. The impact of eliminating the global illicit cigarette trade on health and revenue. *Addiction* **2010**, *105*, 1640. [CrossRef] [PubMed]
- ⁴ Galduróz, J. C.; Noto, A. R.; Nappo, S. A.; Carlini, E. A. Uso de drogas psicotrópicas no Brasil: pesquisa domiciliar envolvendo as 107 maiores cidades do país. *Revista Latino-americana de Enfermagem* **2005**, *13*, 888. [CrossRef] [PubMed]
- ⁵ Cooper, A.; Witt, D. The linkage between tax burden and illicit trade of excisable products: the example of tobacco. *World Customs Journal* **2012**, *6*, 41. [Link]
- ⁶ Sítio da Comissão Europeia. Disponível em: <http://ec.europa.eu/taxation_customs/customs/customs_controls/counterfeit_piracy/statistics/index_en.htm>. Acesso em: 5 fevereiro 2014.
- ⁷ Sítio da Receita Federal. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/automaticoSRFSinot/2013/08/06/2013_08_06_16_51_46_52092784.html>. Acesso em: 4 fevereiro 2014.
- ⁸ Viana, G. F. S.; Garcia, K. S.; Menezes-Filho, J. A. Assessment of carcinogenic heavy metal levels in Brazilian cigarettes. *Environmental Monitoring and Assessment* **2011**, *181*, 255. [CrossRef] [PubMed]
- ⁹ Galażyn-Sidorczuk, M.; Brzóška, M. M.; Moniuszko-Jakoniuk, J. Estimation of Polish cigarettes contamination with cadmium and lead, and exposure to these metals via smoking. *Environmental Monitoring and Assessment* **2008**, *137*, 481. [CrossRef] [PubMed]
- ¹⁰ Swami, K.; Judd, C. D.; Orsini, J. Trace Metals Analysis of Legal and Counterfeit Cigarette Tobacco Samples Using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry and Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry. *Spectroscopy Letters* **2009**, *42*, 479. [CrossRef]
- ¹¹ Pine, M.; Lee, B.; Dearth, R.; Hiney, J. K.; Dees, W. L. Manganese Acts Centrally to Stimulate Luteinizing Hormone Secretion: A Potential Influence on Female Pubertal Development. *Toxicological Sciences* **2005**, *85*, 880. [CrossRef] [PubMed]
- ¹² IARC International Agency for Research on Cancer Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *World Health Organization* 1993, *58*. [PubMed] [Link]

- ¹³ Verma, S.; Yadav, S.; Singh, I. Trace metal concentration in different Indian tobacco products and related health implications. *Food and Chemical Toxicology* **2010**, *48*, 2291. [CrossRef] [PubMed]
- ¹⁴ Agbandji, L.; Patrick, E. A.; Gbago, G. B.; Koumolou, L.; Adisso, S.; Guedenon, P.; Ahodjide, S.; Sinsin, B.; Boko, M. Comparison of heavy metals contents for some cigarettes brands. *American Journal of Pharmacology and Toxicology* **2013**, *7*, 149. [CrossRef]
- ¹⁵ Ajab, H.; Yasmeen, S.; Yaqub, A.; Ajab, Z.; Junaid, M.; Siddique, M.; Farooq, R.; Malik, S. A. Evaluation of trace metals in tobacco of local and imported cigarette brands used in Pakistan by spectrophotometer through microwave digestion. *The Journal of Toxicological Sciences* **2008**, *33*, 415. [CrossRef] [PubMed]
- ¹⁶ Vincent, A. O.; Steven, O. A.; Felix, E.; Izeiyamu, O. K.; Veronica, A. A.; Jato, O. E.; Benedict, B. O.; Patrick, P.; Kehinde, A. J.; Mathew, O.; Medjor, W. O. A Comparative Evaluation and Toxicity Assessment of Heavy Metals in Commonly Smoked Cigarette Brands and Local Tobacco Snuff Purchased and Consumed in Nigeria. *Research Journal of Environmental Toxicological* **2011**, *5*, 359. [CrossRef]
- ¹⁷ Pourkhabbaz, A.; Pourkhabbaz, H.; Investigation of toxic metals in the tobacco of different Iranian cigarette brands and related health issues. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences* **2012**, *15*, 636. [PubMed]
- ¹⁸ O'connor, R. J.; Li, Q.; Stephens, W. E.; Hammond, D.; Elton-Marshall, T.; Cummings, K. M.; Giovino, G. A.; Fong, G. T. Cigarettes sold in China: design, emissions and metals. *Tobacco Control* **2010**, *19*, 47. [PubMed] [Link]
- ¹⁹ Stephens, W. E.; Calder, A.; Newton, J. Source and Health Implications of High Toxic Metal Concentrations in Illicit Tobacco Products. *Environmental Science & Technology* **2005**, *39*, 479. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁰ Sítio da United States Environmental Protection Agency. Disponível em: CleberNoPrelo.docx<<http://www.epa.gov/wa>stes/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3050b.pdf> Acesso em 25 julho 2014.
- ²¹ Sítio da ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Medicamentos/Assunto+de+Interesse/Equivalencia+farmaceutica/Legislacoes>> Acesso em: 4 fevereiro 2014.
- ²² Sobaszek, A.; Boulenguez, C.; Frimat, P.; Robin, H.; Haguenoer, J. M.; Edme, J. L. Acute Respiratory Effects of Exposure to Stainless Steel and Mild Steel Welding Fumes. *Journal of Occupational & Environmental Medicine* **2000**, *42*, 923. [CrossRef] [PubMed]
- ²³ Caglieri, A.; Goldoni, M.; Acampa, O.; Andreoli, R.; Vettori, M. V.; Corradi, M.; Apostoli, P.; Mutti A. The effect of inhaled chromium on different exhaled breath condensate biomarkers among chrome-plating workers. *Environmental Health Perspectives* **2006**, *114*, 542. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁴ Johnson, S. Gradual micronutrient accumulation and depletion in Alzheimer's disease. *Medical Hypotheses* **2001**, *56*, 595. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁵ Casarett, L. J.; Doull, J.; Klaassen, C. D. *Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons*, 7a.ed., McGraw-Hill: New York, 2008.
- ²⁶ Massadeh, A. M.; Alali, F. Q.; Jaradat, Q. M. Determination of cadmium and lead in different cigarette brands in Jordan. *Environmental Monitoring and Assessment* **2005**, *104*, 163. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁷ Torjussen, W.; Zachariassen, H.; Andersen, I. Cigarette smoking and nickel exposure. *Journal of Environmental Monitoring* **2003**, *5*, 198. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁸ Das, K. K.; Das, S. N.; Dhundasi, S. A. Nickel, its adverse health effects & oxidative stress. *The Indian journal of medical research* **2008**, *128*, 412. [PubMed]
- ²⁹ Plum, L. M.; Rink, L.; Haase, H. The essential toxin: impact of zinc on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2010**, *7*, 1342. [CrossRef] [PubMed]

³⁰ Burrell, R. E. A scientific perspective on the use of topical silver preparations. *Ostomy Wound Management* **2003**, *49*, 19. [[PubMed](#)]

³¹ IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans World Health Organization International Agency for Research on Cancer. Cobalt in hard metals and cobalt sulfate, gallium arsenide, indium phosphide and vanadium pentoxide. *International Agency for Research on Cancer* **2006**, *86*. [[PubMed](#)] [[Link](#)]

³² Cordova, F. M.; Aguiar, A. S. Jr.; Peres, T. V.; Lopes, M. W.; Gonçalves, F. M.; Pedro, D. Z.; Lopes, S. C.; Pilati, C.; Prediger, R. D.; Farina, M.; Erikson, K. M.; Aschner, M.; Leal,

R. B. Manganese-exposed developing rats display motor deficits and striatal oxidative stress that are reversed by Trolox. *Archives of Toxicology* **2013**, *87*, 1231. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

³³ Bolan, N. S.; Duraisamy, V. P. Role of inorganic and organic soil amendments on immobilisation and phytoavailability of heavy metals: a review involving specific case studies. *Australian Journal of Soil Research* **2003**, *41*, 533. [[CrossRef](#)]

³⁴ Stavrides, J. C. Lung carcinogenesis: Pivotal role of metals in tobacco smoke. *Free Radical Biology and Medicine* **2006**, *41*, 1017. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]