

SABRINA ALVES DA SILVA

**DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS TÓXICOS EM CAFÉ:  
GRÃOS TORRADOS E EM INFUSÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Magister Scientiae.

RIO PARANAÍBA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca UFV - Campus de Rio Paranaíba**

S586d

Silva, Sabrina Alves da, 1990-

Determinação de elementos tóxicos em café: grãos torrados e em infusão / Sabrina Alves da Silva – Rio Paranaíba, MG, 2015. 27 p. ; 29cm.

Orientadora: Dra. Fabrícia Queiroz Mendes.

Coorientadores: Dr. Marcelo Rodrigues dos Reis; Dr. Frederico Garcia Pinto.

Dissertação (Mestrado em Agronomia- Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa.

1. Toxicidade. 2. Lixiviação. 3. Café.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

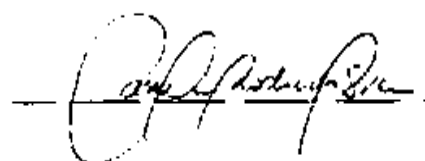
CDD 22. ed. 633.73

SABRINA ALVES DA SILVA

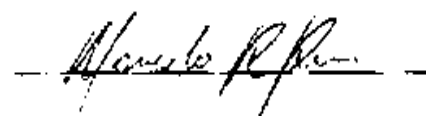
**DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS TÓXICOS EM CAFÉ:  
GRÃOS TORRADOS E EM INFUSÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

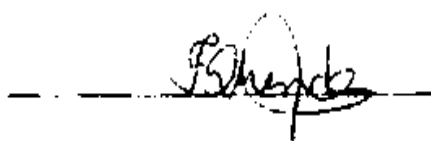
APROVADA: 24 de fevereiro de 2015



Camila Rocha da Silva



Marcelo Rodrigues Reis  
(Co-orientador)



Fabricia Queiroz Mendes  
(Orientador)

## DEDICATÓRIA

À minha mãe Nilma, por TUDO e pelo seu amor incondicional.

Esta vitória é sua também, e este lhe dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter guiado e iluminado cada passo meu, até que eu chegasse aqui.

Agradeço aos meus pais, Nilma e Airton, e aos meus irmãos, Alex e Max, por toda ajuda, companheirismo e incentivo em todas as fases dessa minha formação pessoal e profissional.

Agradeço a minha orientadora, Fabrícia Queiroz Mendes, pela oportunidade, paciência, empenho e profissionalismo. Também, aos demais professores do curso, aos técnicos de laboratório, aos produtores rurais e a Veloso Trading Coffee (Vagner) que muito contribuíram para a realização deste.

Agradeço aos meus amigos e colegas de mestrado, pela amizade e alegrias vividas, especialmente ao querido Guilherme.

À Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba pela oportunidade de cursar o mestrado e a CAPES pelo auxílio financeiro.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão desse processo.

**Meus Sinceros Agradecimentos!**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	V
ABSTRACT .....	VI
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 – OBJETIVOS .....	4
3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	5
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
5 – CONCLUSÕES.....	17
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	17
7- REFERÊNCIAS .....	22

## RESUMO

SILVA, Sabrina Alves da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2015.  
**Determinação de elementos tóxicos em café: grãos torrados e em infusão.**  
Orientador: Fabrícia Queiroz Mendes. Coorientadores: Marcelo Rodrigues Reis e Frederico Garcia Pinto.

A cultura do café é de grande importância no cenário brasileiro, já que o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e segundo maior consumidor. Minas Gerais é o estado de maior cultivo e produção de café, detendo 54% da área cultivada do país. A região do Alto Paranaíba se destaca pela produção em volume e pelo cultivo desta cultura em todos os municípios da região. Cada vez mais os consumidores buscam por cafés de melhores qualidades (sensoriais e higiênico-sanitárias) para seu consumo. E a presença de certos compostos pode comprometer a saúde dos consumidores, como é o caso dos elementos tóxicos: elementos metálicos estáveis, não degradáveis, persistentes e acumulativos, que podem causar efeitos maléficos, agudos ou crônicos, ao organismo, como, por exemplo, o chumbo, cádmio e arsênio. Estes elementos estão presentes no solo devido ao processo de formação do mesmo, condições ambientais e/ou práticas tecnológicas, podendo serem facilmente absorvidos pelas plantas e acumulados nos grãos, algumas vezes até em concentrações acima dos valores permitidos pela legislação. O objetivo deste trabalho é determinar o teor de elementos tóxicos em cafés torrados e na infusão. Foram analisadas 50 amostras de café; estas amostras passaram pelo processo de torrefação média e posteriormente foram mineralizadas por via úmida. Foi feito o preparo da infusão a partir do café torrado, e esta foi concentrada 10 vezes e também mineralizada por via úmida. A determinação e quantificação foram realizadas através de leitura no espectrofotômetro de absorção atômica para os seguintes elementos: manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb). No café torrado, os elementos encontrados em maiores concentrações foram o manganês, zinco e cobre. Nas amostras de café torrados os teores médios de Zn, Ni, Cu e Cr se encontram dentro dos limites permitidos por legislação, mas para o Cr, 66% das amostras de café o apresentavam em concentrações superiores ao permitido. Para o Pb 74% das amostras o continham em teores superiores ao permitido. Nas infusões os teores de elementos tóxicos encontrados foram bem menores e pouco significativos no que se refere à (UL) ingestão máxima diária dos elementos Ni, Mn, Cu, Cr e Zn. Mas os elementos cádmio e chumbo foram encontrados em concentrações superiores e em algumas amostras em teores muito altos.

## ABSTRACT

SILVA, Sabrina Alves da, M.Sc., Federal University of Viçosa, February 2015. **Determination of toxic elements in coffee: roasted beans and infusion.** Mentor: Fabrícia Queiroz Mendes. Co-mentors: Marcelo Rodrigues Reis and Frederico Garcia Pinto.

The culture of coffee is very important in Brazilian scenery, once Brazil is the biggest producer and exporter of coffee around the world and second biggest consumer. Minas Gerais is the state that has the biggest cultivation and production of coffee, it has 54% cultivated area of the country. Alto Paranaíba's zone is highlighted for its volume in production and the culture of this culture in every city of the region. Increasingly the consumers look for better quality of coffee (sensory and hygienic-sanitary) for their consume. And the presence of determinate composts would prejudice the health of the consumers like the toxic elements: stable metallic elements, not degradable, persistent and accumulative, that can bring malefic effects, acute and chronic to organism. Some examples of these toxic elements are lead, cadmium and arsenic. These elements are in the ground because of its process of formation ambient, conditions and/or technological practice. They could be easily sucked by plants and reserved in beans, sometimes in highest concentration above the indices permitted of legislation. The objective of this study is determine the quantity of toxic elements in roasted coffee and in infusion. For this was analysed 50 sample of coffee; these samples was processed by middle roasting and then it was mineralized by humidity way. The determination and quantification were made through the reading in the atomic absorption spectrophotometer for these elements: manganese (Mn), zinc (Zn), copper (Cu), cadmium (Cd), chrome (Cr), niquel (Ni) and lead (Pb). The elements in biggest concentration found in roasted coffee were manganese, zinc and copper. In the samples of roasted coffee the medium indices of Zn, Ni, Cu and Cr are in the permitted edge by legislation, but for Cr, 66% of the samples of coffee contains concentration higher that allowed. For Pb, 74% of the samples contains concentration highest that allowed. To infusions the toxic elements levels found were very low and less significative about (UL) maximum daily intake of elements Ni, Mn, Cu, Cr e Zn. But the elements cadmium and lead were found in higher concentrations and in some samples very high levels.



## 1 - INTRODUÇÃO

A cultura do café tem grande importância no cenário brasileiro, já que o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, possuindo 40% da produção mundial de café e sendo responsável por 2% do total de produtos exportados (Melloni et al., 2013). No ano de 2014, o país deteve 2,2565 milhões de hectares de área plantada com café, em maioria das espécies arábica e robusta. A estimativa de produtividade para o ano de 2015 está entre 44,11 e 46,61 milhões de sacas de 60 quilos de café (arábica e robusta) beneficiado (Conab, 2015). O café é uma importante commodity no mercado de produtos agrícolas, mas sua importância não se deve apenas a sua grande produção e renda, mas também pelo seu papel na sociedade, gerando empregos e colaborando para a diminuição do êxodo rural (Melloni, et al., 2013).

Dentre os Estados produtores de café, destacam-se o Paraná, Rondônia, Bahia, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, sendo o último o maior produtor nacional de café. Vale ressaltar que Minas Gerais concentra a maior área cultivada de café, detendo 54,2% da área cultivada no país. Dentre os cinco maiores municípios produtores de café do estado, três encontram-se na região do Alto Paranaíba: Patrocínio, Monte Carmelo e Rio Paranaíba (Conab, 2014; Secretaria de Estado e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, 2011). O café arábica destaca-se por ser a cultura de maior importância para a região do Alto Paranaíba, seja por seu cultivo em 100% dos municípios da região, pelo alto valor econômico da produção ou pelo grande emprego de mão-de-obra. Em 2013/2014, a região do Alto Paranaíba, mais particularmente os 174,554 mil hectares cultivados produziram 5,835 milhões de sacas, das 22,620 milhões de sacas produzidas pelo estado de Minas Gerais.

O Brasil é o segundo maior consumidor de café do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos (Salguero, 2013). No ano de 2013, o consumo per capita (habitante/ano) de café torrado foi de aproximadamente 4,87 kg, mais de 70 L de café para cada habitante brasileiro (Abic, 2013).

Segundo estudos feitos por Arruda et al., (2009), o perfil dos consumidores de café do Brasil tem se tornado cada vez mais exigente. Dentre as características mais procuradas durante a compra, a qualidade e o selo de pureza são mais importantes que o fator preço, demonstrando que os consumidores estão requerendo cafés melhores para seu consumo. A qualidade do café está relacionada a atributos sensoriais, organolépticos e aspectos higiênico-sanitários, e, por sua vez, esses atributos dependem de vários fatores, como: condições edafoclimáticas, cultivares, condução e manejo da lavoura,

colheita, tipo de colheita, secagem e armazenamento (Borém et al., 2008). O selo de pureza foi criado pela ABIC (Associação Brasileira das Indústrias do Café) com o objetivo de proporcionar ao consumidor a segurança de adquirir um produto livre de impurezas, adulterações ou fraudes (ABIC, 2015).

Segundo a Instrução Normativa nº 16, de 2010, que garante a qualidade do café torrado e moído, é aceitável até 1% de presença de impurezas, sedimentos e matérias estranhas no café. Além de danos de ordem econômica, já que a maioria dos materiais estranhos encontrados é de baixo custo, o consumidor está exposto também a danos à sua saúde (Assad et al., 2002; Tavares et al., 2012). No entanto, não somente a presença de impurezas, sedimentos e matérias estranhas no café podem causar danos ao consumidor. Existem outros compostos que, quando presentes no grão, podem causar sérios danos à saúde do consumidor, como é o caso dos contaminantes.

Metais como chumbo, cádmio, arsênio e outros, são exemplos de contaminantes inorgânicos que podem estar presentes nos grãos de café (Gonçalves et al., 2008). Os metais, de modo geral, apresentam alguma importância no metabolismo de plantas e animais; níquel (Ni), cromo (Cr) e zinco (Zn) são exemplos de co-fatores importantes em processos enzimáticos no organismo. No entanto, alguns metais apresentam efeitos maléficos quando presentes em altas concentrações, como é o caso do chumbo (Pb), arsênio (As) e cádmio (Cd). Estes metais, quando absorvidos pelo organismo, podem causar vários danos como alteração de estruturas celulares, comprometimento de processos enzimáticos e complicações a nível de DNA, podendo até levar a casos de mutagênese e carcinogênese, além de outros (Pascalichio, 2002). Apresentam a capacidade de se acumularem nos tecidos, podendo levar a ocorrência de problemas crônicos.

Os metais pesados são materiais geralmente estáveis, que não degradam e persistem no ambiente, se acumulando no solo (Hseu et al., 2010), como resultado de fatores associados ao processo de intemperismo das rochas e formação dos solos, condições ambientais, práticas tecnológicas e/ou uso de produtos químicos (Gonçalves et al., 2008; Selinus, 2006). Dentre os produtos químicos que contribuem para o aumento dos teores desses metais pesados nos solos, podemos citar os biossólidos que apresentam, com frequência, teores elevados de Cd, Cu, Cr, Pb, Ni e Zn (Mattigod & Page, 1983); uso de fertilizantes fosfatados fabricados a partir de rochas sedimentares (Grant & Sheppard, 2008) e aplicação de fontes de micronutrientes provenientes de subprodutos industriais (Mortvedt, 2001).

Posteriormente estes materiais podem ser absorvidos por plantas e se acumularem nos alimentos, tornando estes um veículo de contaminação ao homem. Magna et al., (2013), detectaram a presença de chumbo e cádmio em vários tipos de alimentos e em gramíneas cultivados na região de Santo Amaro – BA. Schmidt et al., (2009) observaram a presença de vários metais em grãos de café cultivados no estado do Paraná, alguns em concentrações muito acima dos valores estabelecidos como seguros para a ingestão diária desses metais.

Dessa forma, faz-se necessário que alimentos como o café que apresenta um grande consumo pela população contenham a presença de metais em valores dentro do permitido pela legislação, assegurando a saúde dos consumidores.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho foi determinar, pelo método de espectrofotometria de absorção atômica, teores de contaminantes em grãos de café torrados e em suas infusões, cultivados na região do Alto Paranaíba – MG.

### **2.2 – Objetivos específicos**

- Determinar teores de cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) através da espectrofotometria de absorção atômica em cafés torrados e na bebida de café.
- Comparar teores de metais encontrados com a legislação nacional vigente;
- Correlacionar teores de metais no grão torrado com teores da bebida.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção das amostras

Foram analisadas 50 amostras de café arábica obtidas em fazendas e em centros de comercialização de café de cidades da região do Alto Paranaíba - MG (Tabela 1), todas oriundas de safras do ano de 2014. As amostras de café foram identificadas e armazenadas à temperatura ambiente até o momento da torrefação.

Tabela 1: Identificação e localização das amostras de café utilizadas.

Número	Cidade (local)
1 – 6, 24 - 38	Carmo do Paranaíba
7, 9 - 18	Serra do Salitre
8 – 18, 39 - 50	Rio Paranaíba
19 - 23	Tiros

#### 3.2 Preparo das amostras

Os grãos de café foram submetidos ao processo de torrefação média (120-150°C/7-8min.), utilizando torrefador, marca Rod-bel. Em seguida, foi realizada a moagem, em moinho marca Leogap.

#### 3.3 Digestão das amostras

As amostras foram mineralizadas por via úmida, utilizando-se mistura digestora nitroperclórica na proporção 3:1. Para isso, 1 g de amostra (café torrado e moído) foi misturado a um volume de aproximadamente 18 mL de solução nitroperclórica e aquecida em chapa a 190 °C, mantendo-se nesta condição até formação de uma solução límpida (Gomes & Oliveira, 2011). As amostras foram transferidas para balões volumétricos de 25 mL, o volume foi completado com água destilada, e em seguida foram armazenadas em recipientes de plástico com tampa rosqueável.

#### 3.4 Preparo da infusão de café (bebida)

Para análise na bebida de café, utilizou-se um padrão de 12g de café torrado e 100mL de água no preparo da infusão. Posteriormente, um volume de 25mL de bebida preparada foi concentrado em estufa a 60°C, com circulação de ar, até um volume final

de aproximadamente 2,5mL. Em seguida, as amostras foram digeridas por via úmida conforme descrito no item 3.3.

### **3.5 Determinação dos metais**

Foram analisados os seguintes elementos nas amostras: cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica (VARIAN modelo AA240FS), chama de ar-acetileno. As concentrações foram determinadas mediante elaboração de curvas-padrão de cada um dos elementos analisados, preparados diluindo-se soluções estoque.

### **3.6 Análise estatística**

Os dados obtidos foram analisados pela estatística descritiva. Foi realizada análise de correlação (Pearson) entre as concentrações de cádmio, cromo, cobre, manganês, níquel, chumbo e zinco nas amostras de café torrado e moído e na infusão preparada a partir destas amostras.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores máximo, médio e mínimos encontrados de cada um dos elementos analisados em amostras de café torrado e moído estão presentes na tabela 2 (Anexo I).

**Tabela 2:** Teores (mg/kg) máximo, médio e mínimo de metais em amostras de café torrado e moído.

Teores (mg/kg)							
	Mn	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
<b>Máximo</b>	39,7750	55,8250	17,1750	1,5000	1,9500	0,1000	1,5750
<b>Mínimo</b>	9,8000	5,5250	0,7000	0,0500	0,0250	0,0250	0,0250
<b>Médio</b>	19,4385	7,6100	10,3750	0,3430	0,7015	0,0092	0,7470
<b>Desvio</b>							
<b>Padrão</b>	4,3216	2,2560	2,5210	0,3048	0,3767	0,0136	0,3262

Dos elementos analisados, o manganês, o cobre e o zinco foram àqueles encontrados em maiores concentrações em todas as amostras de café torrado e moído. Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Ashu e Chandravanshi (2011), Grembecka et al. (2007) e Santos e Oliveira (2001). Entretanto Ashu e Chandravanshi (2011) e Santos e Oliveira (2001) encontraram valores maiores de zinco e menores de cobre. Essa variação pode ser causada por vários fatores, dentre eles os principais são a composição química do solo e o tipo de condução e manejo da lavoura. Assim, o solo pode conter maiores ou menores teores de um destes elementos, em virtude de contaminações locais via água, uso de corretivos e fertilizantes, pH do solo, material de origem do solo, etc (Schmitd et al., 2009), fazendo com que a planta absorva e acumule maiores quantidades do determinado elemento no grão.

De acordo com a legislação brasileira, a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 42 de agosto de 2013, que dispõe sobre os limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos, não há nenhum limite exigido para estes três elementos no café (Brasil, 2013). O Decreto nº 55871, de 26 de março de 1965, estabelece máximo de 50 mg/kg para zinco e 30 mg/kg para cobre para alimentos de forma geral (Brasil, 1965).

Para o manganês, a concentração média encontrada no presente estudo para café torrado e moído foi de 19,43 mg/kg. O valor mínimo encontrado foi de 9,8 mg/kg e o valor máximo 31,025 mg/kg. Morgano et al. (2002), em café cru, encontraram um teor médio de manganês de 31,77 mg/kg considerando-se todas as amostras analisadas e um teor médio de 30,33 mg/kg somente para as amostras do Alto Paranaíba – MG, valores superiores ao teor médio encontrado no presente estudo.

O valor médio encontrado para zinco nas amostras de cafés torrado e moído foi de 7,61 mg/kg. Observou-se que uma das amostras (Amostra 18) apresentou concentração de zinco de 55,825 mg/kg, valor superior ao definido como máximo (50 mg/kg) pela legislação brasileira (Brasil, 1965). Para as demais 49 amostras, os teores de zinco variaram de 5,55 mg/kg a 14,42 mg/kg. Santos et al. (2009), avaliando os teores de metais em duas propriedades no estado da Bahia, encontraram valores médios de 25 mg/kg e 45 mg/kg para zinco, valores superiores aos encontrados na maioria das amostras analisadas no presente estudo. Ashu e Chandravanshi (2011) também encontraram valores de zinco superiores ao deste estudo, 19 mg/kg. Já Morgano et al. (2002), encontraram teores médios semelhantes ao presente estudo, sendo a concentração média de zinco igual a 8,33 mg/kg e a média para as amostras do Alto Paranaíba – MG de 7,04 mg/kg.

Em todas as amostras de cafés torrado e moído analisadas, o teores de cobre encontrados estão abaixo do valor máximo (30 mg/kg) definido pela legislação brasileira (Brasil, 1965). Os teores de cobre nas amostras de café torrado e moído variaram de 0,70 mg/kg a 14,55 mg/kg, com valor médio de 10,375 mg/kg. Os teores de cobre encontrados no presente estudo estão próximos aos valores encontrados por Santos et al. (2009) em cafés produzidos no estado da Bahia (7,15 mg/kg e 14,9 mg/kg). Morgano et al. (2002) encontraram valores médios superiores ao deste estudo (29,86 mg/kg) considerando-se todas as amostras analisadas, porém, apenas para as amostras do Alto Paranaíba – MG, o valor médio encontrado (14,17 mg/kg), semelhante ao do presente estudo.

Os elementos encontrados em menores concentrações ou não presentes nas amostras foram: níquel, cromo, chumbo e cádmio, este último presente em apenas dez (20%) das 50 amostras de café torrado e moído analisadas. Dentre os contaminantes inorgânicos tóxicos, o chumbo e o cádmio estão entre aqueles classificados como os mais tóxicos. Na RDC nº 42 de 2013, limites máximos destes contaminantes estão especificados, sendo 0,1 mg/kg para o cádmio e 0,5 mg/kg para o chumbo (Brasil, 2013). Das dez amostras de café que continham o elemento cádmio, nenhuma o



apresentava em valores superiores ao limite máximo especificado pela RDC (apenas a amostra 35 apresentava este elemento no limite máximo). A média do teor de cádmio encontrado no presente estudo foi de 0,0092 mg/kg. Para as dez amostras nas quais a presença deste metal foi detectada, os teores de cádmio variaram de 0,025 mg/kg a 0,1 mg/kg. Santos et al. (2009) encontraram teores de cádmio acima do limite estabelecido pela legislação brasileira (0,1 mg/kg) em cafés produzidos em duas propriedades diferentes no estado da Bahia (0,70 mg/kg e 0,75 mg/kg).

Já para o elemento chumbo, em apenas uma (2 %) das amostras de café torrado e moído analisadas não foi encontrado a presença deste metal. O valor médio encontrado foi de 0,747 mg/kg, com teores variando de 0,075 mg/kg a 1,575 mg/kg, nas amostras nas quais foram detectadas este elemento. Sendo que 37 (74 %) das 50 amostras de café torrado e moído analisadas apresentavam concentrações de chumbo superiores ao máximo permitido pela RDC nº 42 de 2013 (0,5 mg/kg), algumas chegando a conter quase o triplo do valor. O chumbo é um elemento altamente tóxico e acumulável no organismo, que pode causar efeitos neurológicos, hematológicos, endocrinológicos, cardiovasculares, gastrointestinais, hepáticos, afetar o crescimento, a reprodução e o desenvolvimento, além de ter potencial carcinogênico (Moreira & Moreira, 2004). Diante disso, nenhuma destas 37 amostras de café poderiam ser introduzidas no mercado, visando a preservação da saúde do consumidor.

Para os elementos níquel e cromo não há limites máximos especificados por legislação quanto a presença destes compostos em grãos de café. O Decreto nº 55871 de 26 de março de 1965, estabelece um teor máximo de 0,1 mg/kg para cromo para alimentos de forma geral e 5 mg/kg para níquel (Brasil, 1965). O cromo, não estava presente em 14 (28 %) das 50 amostras analisadas. E em 33 (66 %) das amostras de café torrado e moído, o teor de cromo excede o máximo estabelecido pela legislação brasileira (0,1 mg/kg), sendo que a amostra que apresentou maior concentração (Amostra 17) excedeu em 15 vezes o máximo estabelecido. O teor médio de cromo encontrado no presente estudo foi de 0,343 mg/kg. Santos et al. (2009) não encontraram cromo em amostras de café oriundas do estado da Bahia.

Para o níquel, o teor médio encontrado foi de 0,7015 mg/kg para cafés torrado e moído. Em uma das amostras não foi detectado níquel e entre as demais o valor mínimo encontrado foi de 0,025 mg/kg e o valor máximo foi de 1,95 mg/kg. Todas as amostras de cafés torrado e moído continham teores de níquel abaixo do que estabelece a legislação brasileira (5 mg/kg). Os teores de níquel encontrados no presente estão semelhantes aos teores encontrados por Morgano et al. (2002), para amostras de café

cru do Alto Paranaíba – MG, que foi de 1,21 mg/kg. Porém, a média geral do estudo de Morgano et al. (2002), considerando-se todas as amostras foi de 4,76 mg/kg, valor superior aos encontrados para cafés do Alto Paranaíba – MG e muito próximos ao máximo estabelecido pela legislação brasileira (5 mg/kg).

Os metais são contaminantes do solo e estão presentes neste devido à deposição atmosférica ou devido a sua incorporação, intencional ou não, ao solo. Apresentam a capacidade de não serem degradáveis e pouca mobilidade no solo, podendo permanecer em camadas mais superficiais, em contato com raízes de plantas por um longo período. Uma vez absorvido pela planta cultivada para fins alimentares, pode facilmente adentrar na cadeia alimentar, causando danos em todos os níveis. Vale ressaltar que nem todos os elementos analisados neste trabalho causam malefícios ao organismo, alguns elementos são biologicamente essenciais para os seres vivos (Schmidt et al., 2009; Magna et al., 2013). Os elementos cobre, manganês, zinco e níquel são essenciais para o desenvolvimento da cultura do café, sendo bastante aplicados via solo ou via foliar podendo, assim, estarem presentes nos grãos, como constatado neste estudo. Além disso, alguns elementos são ingredientes ativos de pesticidas utilizados na cultura. O cobre, por exemplo, pode ser usado na forma de hidróxido de cobre, oxicloreto de cobre, sulfato de cobre e/ou cobre EDTA, como um fungicida na cultura do café, sendo mais uma possível forma de absorção deste elemento pela planta, justificando sua presença no grão.

A Tabela 3 contém os dados referentes aos teores máximo, mínimo e médio de metais em infusões de cafés, feitas a partir das 50 amostras coletadas. A partir do valor de teor encontrado para os metais na infusão de café, foi calculado o conteúdo (mg) dos metais em uma xícara de café (50 mL) (Anexo II).

**Tabela 3:** Teores máximo, mínimo e médio (mg/50 mL) de metais presentes em uma xícara (50mL) das infusões de café.

	<b>Concentração mg/50mL</b>						
	Mn	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
<b>Máximo</b>	0,0373	0,1292	0,0122	0,0025	0,0514	0,0030	0,0120
<b>Mínimo</b>	0,0132	0,0045	0,0122	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
<b>Média</b>	0,0229	0,0131	0,0002	0,0011	0,0011	0,0001	0,0021
<b>Desvio</b>							
<b>Padrão</b>	0,0047	0,0059	0,0005	0,0005	0,0020	0,0002	0,0024

De modo geral, o processo de infusão, para o preparo da bebida de café, tem grande influência na redução da concentração de metais. Para todos os elementos, houve uma redução significativa da quantidade de metais presentes na infusão. No entanto ressalta-se que mesmo em pequenas quantidades a bebida ainda apresenta um teor de metais relevantes, e que, a ingestão desses metais pode ser maior, levando em consideração o consumo diário da bebida de café. Também, a bebida é apenas um dos vários alimentos que serão consumidos ao longo do dia e os outros alimentos consumidos podem conter metais, contribuindo para o aumento da ingestão destes.

De acordo com um estudo realizado por Padovani et al (2006), a ingestão tolerável máxima – UL (Tolerable upper intake level) de alguns elementos é calculada, principalmente, de acordo com idade e sexo (levando também em consideração a gestação e lactação). A UL é definida como o mais alto valor de ingestão diária prolongada de um nutriente que, aparentemente, não oferece risco de efeito adverso à saúde em quase todos os indivíduos de um estágio de vida ou sexo.

Em uma xícara (50 mL) de infusão de café, os teores encontrados para manganês variaram de 0,0132 mg/50 mL a 0,034 mg/50 mL, com teor médio de 0,0229 mg/50 mL. Considerando-se uma ingestão média diária de quatro xícaras de café (a média da população é de aproximadamente 210 mL, ABIC, 2013), a quantidade de manganês ingerido através do café será de 0,0916 mg/dia, muito abaixo do valor estabelecido como máximo tolerável para este metal, que é de 11 mg/dia (Padovani et al., 2006). O consumo diário de quatro xícaras de café estaria contribuindo com 0,83 % da ingestão diária máxima estabelecida para o manganês. Noël et al. (2012), avaliando 30 amostras de café encontraram um teor médio de manganês de 0,662 mg/kg de bebida.

Considerando apenas uma xícara (50 mL), este valor será de 0,0331 mg/50 mL, um pouco superior à média encontrada no presente estudo, situando próximo aos valores máximos encontrados. Santos e Oliveira (2001) avaliaram 21 amostras de café solúvel e utilizando os valores encontrados por estes autores para manganês (15,07 mg/kg), numa proporção de preparo de bebida de 15g de café solúvel para um litro de bebida (Onianwa et al., 1999), estima-se que o valor encontrado na xícara (50 mL) foi de 0,011 mg/50 mL, teor um pouco menor aos teores mínimos encontrados neste estudo.

Para o zinco, o teor médio encontrado foi de 0,0131 mg/50 mL de infusão de café, sendo o valor máximo de 0,1293 mg/50 mL e o mínimo de 0,0046 mg/50 mL. Considerando a ingestão média de quatro xícaras de café por dia, a ingestão diária de zinco oriundo das amostras de café do presente estudo seria de 0,0524 mg/dia, o que representa 0,13 % da ingestão máxima tolerável para este metal (40 mg/dia) (Padovani et al., 2006). Ao analisar a presença de metais em diversos produtos na França, Noël et al. (2012) encontraram uma valor médio para zinco na bebida de café de 0,01425 mg/50 mL, valor muito semelhante ao encontrado no presente estudo. E, por estimativa do valor encontrado em café solúvel, o teor médio de zinco encontrado em uma xícara de café (50 mL) por Santos e Oliveira (2001) foi de 0,0054 mg/50 mL e por Onianwa et al. (1999) foi de 0,00805 mg/50 mL. Estes valores estão abaixo da média encontrada no presente estudo, porém dentro da faixa das 50 amostras de infusão de café analisadas.

Em somente uma das 50 amostras de infusão de café foi detectada a presença do metal cobre, em um teor de 0,0122 mg/50 mL. O limite máximo tolerado para o cobre é de 10 mg/dia (Padovani et al., 2006). Apesar do cobre está presente em altas concentrações nos grãos de café torrado e moído, praticamente não foi detectado nas infusões de café. Em um estudo com 30 amostras de infusões de café, Noël et al. (2012) encontraram um teor médio de cobre de 0,0945 mg/50 mL. A partir dos teores encontrados para café solúvel, por estimativa, o teor de cobre encontrado por Santos e Oliveira (2001) foi de 0,00097 mg/50 mL de bebida preparada de café e por Onianwa et al. (1999) foi de 0,0036 mg/50 mL de bebida preparada de café.

O cromo apresentou um padrão diferente dos demais elementos, sendo observado maiores teores na infusão quando comparado ao teor presente nos grãos torrados e moídos para algumas amostras. Este comportamento também foi observado por Ashu e Chandravanshi (2011), para os elementos, cobalto, zinco e manganês, e pode ser explicado pela maior quantidade de café torrado e moído usado para ser fazer a infusão (no presente estudo, 12 g de café torrado e moído para preparar 100 mL de infusão). Ou também, pelo processo de infusão em si, já que se usa água fervente no

preparo da bebida e este aumento de temperatura pode favorecer a maior extração desse elemento para a bebida de café. Nas infusões de café, somente em duas amostras o cromo não foi detectado. O teor médio encontrado para o cromo nas infusões de café foi de 0,0011 mg/50 mL. Santos e Oliveira (2001) encontraram a presença de cromo em apenas uma das 21 amostras de café solúvel analisada pelos autores. Já Noël et al. (2012) encontraram um teor médio de cromo de 0,0023 mg/50 mL de infusão de café e Onianwa et al. (1999), em valor estimado obtido a partir da determinação de cromo em café solúvel, encontraram um teor de 0,0022 mg/50 mL de bebida preparada, ambos com teores superiores no presente estudo. De acordo com Venezuela (2001) a ingestão de cromo, para adultos, é de 5-200µg/dia (0,005-0,2mg/dia). E, apesar da maioria das amostras analisadas de café torrado e moído (Anexo I) possuírem um teor de cromo acima do máximo estabelecido pela legislação brasileira (0,1 mg/kg), um consumo de 4 xícaras de café por dia, estaria sendo responsável por 4,4µg de cromo. Este valor corresponde a 2,2 % da ingestão total aceitável (limite máximo de 200µg/dia).

Para o níquel, de acordo com Padovani et al. (2006), a ingestão diária máxima de desse elemento é 1 mg/dia. Como sua presença foi detectada em apenas oito amostras de infusão, tal como o cobre, o níquel pouco estaria sendo ingerido via consumo da bebida. O teor médio de níquel encontrado foi de 0,0011 mg/50 mL de infusão de café, teor inferior ao encontrado por Noël et al. (2012), que foi de 0,0041 mg/50 mL de infusão de café. Porém foi superior ao encontrado por Onianwa et al. (1999), que, por estimativa da diluição do café solúvel, foi de 0,0007 mg/50 mL. Já Santos e Oliveira (2001) não detectaram a presença de níquel em 21 amostras de café solúvel analisadas.

O chumbo e o cádmio são elementos de alta toxicidade e sua ingestão deve ser a menor possível. De acordo com Tavares (2010), a ingestão máxima de cádmio é 7 µg/kg peso corpóreo/semana. Sendo assim, para um homem adulto, 70 kg, a ingestão diária máxima seria de 70 µg. Dessa forma, para um consumo de 4 xícaras de café estaria sendo ingerido 0,4 µg de cádmio. Este valor é baixo e representa 0,57 % da ingestão diária máxima de cádmio, se levarmos em consideração a média geral (0,0001 mg/50 mL). Mas se analisarmos amostras separadamente, o consumo de cádmio pode ser bem maior, chegando a 17,1% (para a amostra 49, com teor de cádmio de 0,003 mg/50 mL de infusão de café). Entretanto, na maior parte das amostras analisadas (60 % ou 30 amostras) não foi detectada a presença de cádmio. Estimando-se o teor de cádmio em uma xícara de café (50 mL) no estudo de Onianwa et al. (1999), o teor médio encontrado foi de 0,0001 mg /50 mL, como no presente estudo. Santos e Oliveira (2001) não detectaram cádmio em nenhuma de 21 amostras analisadas de café solúvel.

Já para o elemento chumbo, o teor médio encontrado nas infusões de café foi de 0,0021 mg/50 mL. A presença de chumbo foi detectada em 23 (46 %) amostras analisadas, sendo que nestas amostras o teor de chumbo variou de 0,0004 mg/50 mL a 0,0121 mg/50 mL. A ingestão máxima aceitável para chumbo é de 25 µg/kg peso corpóreo/ semana (250 µg/dia, considerando-se um homem adulto de 70 Kg). Para estas amostras o consumo de café estaria sendo uma via de ingestão de grandes quantidades desse elemento, apesar de não estar presente em mais da metade das amostras analisadas. O consumo de 4 xícaras de café poderia estar contribuindo com cerca de 3,36% da ingestão de chumbo, podendo chegar a 19,36% (para a amostra 49). Este valor é muito significativo, visto que a bebida de café é um alimento pouco consumido ao longo do dia em questões de volume, quando comparado a outros alimentos. O teor médio de chumbo estimado por Onianwa et al. (1999) em uma xícara de café (50 mL) preparada a partir de café solúveis analisados em seus estudos foi de 0,00023 mg/50 mL, cerca de dez vezes menos que o valor médio do presente estudo. A presença de chumbo também não foi detectada por Santos e Oliveira (2001) em de 21 amostras analisadas de café solúvel.

Ao se comparar os dados do presente estudo com os dados da literatura, observa-se que há diferenças no teor encontrado para alguns elementos. As rochas são fontes naturais de todos os elementos químicos que são encontrados na Terra (Selinus, 2006). Os elementos constituintes das rochas ao serem liberados pelo intemperismo podem ser disponibilizados no solo para em seguida serem levados para as águas dos rios e subterrâneas. No solo, podem ser absorvidos pelas raízes das plantas, entrando na cadeia alimentar (Silva et al., 2006). Só que a ocorrência natural destes elementos não é distribuída igualmente pela superfície da Terra e problemas podem surgir quando as concentrações destes elementos são muito baixa (deficiência) ou muito alta (toxicidade) (Selinus, 2006). Adicionalmente, práticas agrícolas diferentes também podem contribuir para a diferença encontrada em teores de alguns metais em diferentes estudos.

Na tabela 4 consta a porcentagem de extração (lixiviação) média de metais das amostras de cafés torrados e moídos para as infusões, levando em consideração a proporção utilizada para o preparo da bebida. Os elementos que apresentaram maior lixiviação foram cromo e chumbo, com cerca de 50 % da quantidade presente no café torrado e moído sendo lixiviado para a infusão. E o cobre foi o que apresentou menor lixiviação, sendo encontrado na infusão 0,32 % do teor presente no café torrado e moído. Manganês, zinco, níquel e cádmio apresentaram porcentagem de lixiviação entre 20 e 30 % Grembecka et al. (2007) em seu estudo, observaram que o manganês

apresentou um potencial de lixiviação de 24% do grão torrado e moído para a infusão do café, próximo ao encontrado no presente estudo..

**Tabela 4:** Porcentagem de extração média de metais das amostras de café torrado e moído para as infusões de café (6g/ 50mL de infusão).

Porcentagem (%) média de extração de metais para as infusões							
	Mn	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
% de extração	19,63	28,69	0,32	53,45	26,13	26,00	46,85

Foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson para as concentrações de metais presentes nas amostras de cafés torrado e moído e nas infusões (Tabela 5). Entre um mesmo elemento, apenas a correlação para o manganês foi significativa, ou seja, amostras que continham maiores concentrações desse metal no café torrado e moído, também o apresentaram em suas infusões, evidenciando que esse metal é bastante solúvel/lixiviável. Nas análises entre os metais, apenas a correlação entre o cromo e o níquel foi significativa para grãos torrado e moído. Isto indica que os teores destes dois elementos nas amostras são diretamente proporcionais. Morgano et al. (2002) observou uma correlação existente entre teores de níquel, ferro e cobalto.

**Tabela 5:** Matriz de correlação de Pearson dos metais analisados presentes no café torrado e moído e na bebida.

	<b>Mn t</b>	<b>Zn t</b>	<b>Cu t</b>	<b>Cr t</b>	<b>Ni t</b>	<b>Cd t</b>	<b>Pb t</b>	<b>Mn b</b>	<b>Zn b</b>	<b>Cu b</b>	<b>Cr b</b>	<b>Ni b</b>	<b>Cd b</b>	<b>Pb b</b>
<b>Mn t</b>	1,000													
<b>Zn t</b>	0,040	1,000												
<b>Cu t</b>	0,510	0,104	1,000											
<b>Cr t</b>	0,024	0,015	0,027	1,000										
<b>Ni t</b>	0,240	0,169	0,284	0,706	**	1,000								
<b>Cd t</b>	0,028	0,054	0,101	0,206	0,241	1,000								
<b>Pb t</b>	0,062	0,172	0,230	0,186	0,124	0,060	1,000							
<b>Mn b</b>	0,744	**	0,135	0,430	0,054	0,228	0,049	0,081	1,000					
<b>Zn b</b>	0,111	0,059	0,009	0,110	0,052	0,052	0,011	0,204	1,000					
<b>Cu b</b>	0,037	0,024	0,035	0,182	0,272	0,058	0,080	0,008	0,237	1,000				
<b>Cr b</b>	0,033	0,144	0,272	0,335	0,183	0,063	0,351	0,048	0,054	0,053	1,000			
<b>Ni b</b>	0,100	0,030	0,067	0,008	0,143	0,142	0,105	0,074	0,307	0,532	0,048	1,000		
<b>Cd b</b>	0,321	0,052	0,534	0,063	0,217	0,315	0,141	0,254	0,127	0,021	0,244	0,047	1,000	
<b>Pb b</b>	0,367	0,120	0,380	0,157	0,047	0,084	0,110	0,252	0,079	0,084	0,326	0,362	0,570	1,000

Coeficientes de correlação (R) seguidos de \*\* são maiores que 0,60 e são significativos pelo teste t ao nível de 1/ de probabilidade.

t – metais presentes no café torrado e moído

b – metais presentes na bebida do café



## **5 – CONCLUSÕES**

Das 50 amostras analisadas no presente estudo, os teores de manganês, zinco, cobre, níquel e cádmio estavam abaixo dos teores máximos estabelecidos pela legislação brasileira (somente uma amostra continha zinco acima do limite máximo estabelecido). Porém, para o cromo e para o chumbo, algumas amostras apresentaram concentrações superiores ao permitido pela legislação. Para o chumbo também foi observada significativas quantidades destes elementos em algumas amostras de infusões de café.

## **6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como a composição de metais na planta reflete os metais do solo, oriundos do material de origem deste e de práticas culturais, sugere-se que, em trabalhos futuros, seja feito um contato com os produtores rurais visando saber seu conhecimento sobre o assunto e qualidade dos cafés produzidos por ele e sobre as práticas agrícolas utilizadas na propriedade. Pode-se estudar a geologia das áreas nas quais foram encontrados os maiores teores de metais acima do permitido pela legislação brasileira e tentar identificar tanto a contribuição antrópica quanto geogênica para as concentrações destes metais encontradas.

Também se sugere avaliar a presença de outros metais pesados não analisados neste trabalho, como arsênio e mercúrio.

## ANEXO I

Amostra	Teores (mg/kg)						
	Mn	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
1	16,0250	6,3250	12,5500	0,2500	1,1000	(nd)	0,2250
2	15,6500	5,9250	11,8250	1,0750	1,2000	(nd)	0,9000
3	17,9500	7,6500	11,5750	0,5250	0,4500	(nd)	0,6250
4	22,0000	6,1750	10,8250	0,2000	1,0000	(nd)	0,8500
5	22,7750	6,0250	12,3500	0,2250	1,1250	(nd)	1,0250
6	17,6500	7,2250	14,1250	0,7500	1,0750	(nd)	1,0000
7	24,1750	6,2250	11,2500	(nd)	0,5750	(nd)	1,0250
8	26,7250	14,4250	17,1750	0,1500	1,1250	(nd)	0,8250
9	17,0750	6,6250	10,9250	1,0000	1,6000	(nd)	1,3250
10	20,5000	7,4000	13,0000	(nd)	0,7000	(nd)	0,8500
11	21,0000	6,9250	14,5500	0,0500	0,9250	(nd)	1,0250
12	20,8000	8,1000	13,2000	(nd)	0,3250	(nd)	0,4500
13	21,2250	6,8250	13,5000	(nd)	0,5750	(nd)	0,8000
14	18,0000	6,4250	9,5500	0,8500	1,5750	(nd)	0,5250
15	18,9750	6,6750	12,4000	0,7750	1,1250	(nd)	0,5250
16	20,7750	6,5000	13,5000	(nd)	0,3250	(nd)	0,1500
17	18,3250	6,1500	11,0500	0,2750	0,8500	(nd)	0,7500
18	19,7500	55,8250	11,2000	0,3750	1,2250	(nd)	0,2250
19	16,4250	6,6000	11,1250	(nd)	0,4500	(nd)	0,0750
20	16,2000	5,9500	10,3750	(nd)	0,7000	(nd)	0,0250
21	15,8250	5,8750	10,2750	(nd)	0,2500	(nd)	0,5500
22	15,1750	6,2500	10,6750	(nd)	0,3000	(nd)	(nd)
23	14,7500	6,6250	11,3250	0,4000	0,1000	(nd)	0,1000
24	39,7750	5,5500	11,7000	0,6250	0,8750	(nd)	0,6500
25	22,1500	5,8750	12,3000	(nd)	0,0250	(nd)	0,1500
26	29,3000	6,1250	12,1500	0,5750	1,9500	(nd)	0,7500
27	22,1000	6,8750	12,2500	(nd)	(nd)	(nd)	1,0500
28	19,6000	6,5500	11,7250	0,1000	0,2250	(nd)	0,5000
29	25,6500	7,0000	11,3250	0,0750	0,1750	(nd)	0,5250
30	26,4750	6,5000	7,7250	(nd)	0,3250	(nd)	0,8000
31	26,5750	6,8000	8,1750	0,3000	0,5500	0,0250	0,5750
32	25,0000	5,6500	9,7500	1,5000	1,5250	(nd)	0,7250
33	22,0000	5,5250	10,9500	0,1250	0,5500	0,0500	0,8500

<b>Amostra</b>	<b>Teores (mg/kg)</b>						
	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>
<b>34</b>	17,5000	5,9250	12,3000	1,1750	1,2250	(nd)	0,6500
<b>35</b>	24,3250	8,4500	12,9500	0,1750	0,6000	0,1000	1,4500
<b>36</b>	21,4250	6,3750	17,1250	1,2000	1,2500	(nd)	0,7250
<b>37</b>	17,1750	6,5750	10,5250	0,4000	0,7500	0,0500	0,5000
<b>38</b>	31,0250	6,3750	10,9500	0,2250	0,6750	0,0250	0,8750
<b>39</b>	16,1000	6,0750	11,0250	0,2250	0,4500	(nd)	1,2750
<b>40</b>	15,4750	7,1000	9,9750	0,4250	0,7250	(nd)	1,2250
<b>41</b>	12,6750	6,6500	5,3250	0,1750	0,4750	0,0250	1,1000
<b>42</b>	13,4750	6,4500	5,6750	0,2750	0,4250	(nd)	1,2250
<b>43</b>	15,3000	6,2250	4,1250	1,4500	1,1500	(nd)	1,5750
<b>44</b>	17,6750	6,5750	5,5750	0,3500	0,6750	(nd)	0,2000
<b>45</b>	13,1000	6,1750	6,5750	(nd)	0,1000	0,0250	1,0250
<b>46</b>	16,1250	6,0750	6,8000	0,1250	0,4250	(nd)	1,4750
<b>47</b>	12,6250	6,4500	6,9250	(nd)	0,0250	0,0250	0,9500
<b>48</b>	11,0250	5,9500	2,4250	0,2750	0,3750	(nd)	0,3500
<b>49</b>	10,7250	6,0750	0,7000	0,1500	0,1000	0,0750	1,1500
<b>50</b>	9,8000	5,8250	3,4000	0,3250	0,7750	0,0250	1,1750
<b>Média</b>	19,4385	7,6100	10,3750	0,3430	0,7015	0,0092	0,7470
<b>Desvio</b>	4,3216	2,2560	2,5210	0,3048	0,3767	0,0136	0,3262
<b>Padrão</b>							

(nd): não detectado

## ANEXO II

Amostra	Teores mg/50mL						
	Mn	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
1	0,0192	0,0077	(nd)	0,0001	(nd)	(nd)	(nd)
2	0,0195	0,1292	(nd)	0,0022	0,0514	(nd)	0,0045
3	0,0202	0,0098	(nd)	0,0001	(nd)	(nd)	(nd)
4	0,0247	0,0131	(nd)	0,0006	0,0003	(nd)	0,0049
5	0,0340	0,0112	(nd)	(nd)	(nd)	(nd)	0,0019
6	0,0177	0,0084	(nd)	(nd)	(nd)	(nd)	(nd)
7	0,0265	0,0112	(nd)	0,0002	(nd)	(nd)	(nd)
8	0,0285	0,0095	(nd)	0,0016	0,0004	0,0001	0,0009
9	0,0206	0,0098	(nd)	0,0016	0,0002	(nd)	0,0046
10	0,0182	0,0081	(nd)	0,0011	(nd)	(nd)	(nd)
11	0,0373	0,0132	(nd)	0,0016	0,0003	(nd)	(nd)
12	0,0236	0,0207	(nd)	0,0006	(nd)	(nd)	(nd)
13	0,0290	0,0140	(nd)	0,0013	0,0012	(nd)	0,0112
14	0,0232	0,0167	0,0122	0,0009	0,0013	0,0001	0,0004
15	0,0219	0,0209	(nd)	0,0012	(nd)	(nd)	(nd)
16	0,0269	0,0093	(nd)	0,0007	(nd)	(nd)	(nd)
17	0,0267	0,0118	(nd)	0,0011	(nd)	(nd)	(nd)
18	0,0271	0,0091	(nd)	0,0017	(nd)	(nd)	(nd)
19	0,0227	0,0108	(nd)	0,0011	0,0003	0,0001	0,0049
20	0,0172	0,0079	(nd)	0,0005	(nd)	(nd)	(nd)
21	0,0175	0,0113	(nd)	0,0011	(nd)	(nd)	(nd)
22	0,0171	0,0074	(nd)	0,0006	(nd)	(nd)	(nd)
23	0,0195	0,0112	(nd)	0,0008	(nd)	(nd)	0,0051
24	0,0314	0,0046	(nd)	0,0014	(nd)	(nd)	(nd)
25	0,0256	0,0104	(nd)	0,0006	(nd)	0,0001	(nd)
26	0,0275	0,0066	(nd)	0,0011	(nd)	(nd)	(nd)
27	0,0228	0,0088	(nd)	0,0015	(nd)	(nd)	(nd)
28	0,0251	0,0094	(nd)	0,0009	(nd)	(nd)	(nd)
29	0,0231	0,0084	(nd)	0,0005	(nd)	(nd)	(nd)
30	0,0335	0,0168	(nd)	0,0013	(nd)	(nd)	(nd)
31	0,0295	0,0130	(nd)	0,0014	(nd)	(nd)	(nd)
32	0,0298	0,0104	(nd)	0,0015	(nd)	0,0001	0,0066
33	0,0195	0,0069	(nd)	0,0016	(nd)	(nd)	(nd)

<b>Amostra</b>	<b>Teores mg/50mL</b>						
	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>
<b>34</b>	0,0205	0,0196	(nd)	0,0010	(nd)	0,0001	(nd)
<b>35</b>	0,0310	0,0116	(nd)	0,0008	(nd)	(nd)	(nd)
<b>36</b>	0,0200	0,0069	(nd)	0,0014	(nd)	0,0001	0,0045
<b>37</b>	0,0199	0,0100	(nd)	0,0020	(nd)	0,0003	0,0064
<b>38</b>	0,0327	0,0112	(nd)	0,0017	(nd)	(nd)	(nd)
<b>39</b>	0,0197	0,0106	(nd)	0,0014	(nd)	0,0001	0,0017
<b>40</b>	0,0223	0,0132	(nd)	0,0015	(nd)	0,0001	0,0040
<b>41</b>	0,0176	0,0090	(nd)	0,0010	(nd)	0,0002	0,0031
<b>42</b>	0,0144	0,0088	(nd)	0,0005	(nd)	0,0001	0,0030
<b>43</b>	0,0209	0,0101	(nd)	0,0026	(nd)	0,0001	0,0028
<b>44</b>	0,0132	0,0051	(nd)	0,0012	(nd)	0,0003	0,0048
<b>45</b>	0,0159	0,0076	(nd)	0,0008	(nd)	0,0003	0,0032
<b>46</b>	0,0239	0,0083	(nd)	0,0017	(nd)	0,0002	0,0002
<b>47</b>	0,0168	0,0087	(nd)	0,0012	(nd)	0,0001	0,0043
<b>48</b>	0,0173	0,0142	(nd)	0,0012	0,0014	0,0006	0,0065
<b>49</b>	0,0164	0,0143	(nd)	0,0019	(nd)	0,0030	0,0121
<b>50</b>	0,0167	0,0104	(nd)	0,0018	(nd)	0,0002	0,0017
<b>Média</b>	0,0229	0,0131	0,0002	0,0011	0,0011	0,0001	0,0021
<b>Desvio</b>	0,0047	0,0059	0,0005	0,0005	0,0020	0,0002	0,0024
<b>Padrão</b>							

(nd): não detectado

## 7 - REFERÊNCIAS

ABIC – Associação Brasileira da Indústria do Café. Indicadores da Indústria do café.

Disponível em: ><http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#1910>>. Acesso em 27 jan de 2015

ARRUDA, A.C.; MINIM, V.P.R.; FERREIRA, M.A.M.; MINIM, L.A.; SILVA, M.N.; SOARES, C.F. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, p. 754-763, 2009.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; CUNHA, S.A.R.; CORRÊA, T.B.S.; RODRIGUES, H.R. Identificação de impurezas e misturas em pó de café por meio do comportamento espectral e análise de imagens digitais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p.211-217, 2002.

ASHU, R. & CHANDRAVANSI, B.S. Concentration levels of metals in commercially available Ethiopian roasted coffee powders and their infusions. **Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia**, v. 25, p. 11-24, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **RDC nº 42**, de 29 de agosto de 2013, que dispõe sobre o regulamento técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Brasília: ANVISA, 2013.

BRASIL. **Decreto nº 55871**, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alteradopelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 09 de abril, 1965.

BORÉM, F.M.; CORADI, P.C.; SAATH,R.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1609-1615, 2008.

CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. Monitoramento Agrícola, Café. Disponível em : >[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_14\\_11\\_57\\_33\\_boletim\\_cafe\\_janeiro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_14_11_57_33_boletim_cafe_janeiro_2015.pdf)<. Acesso em 8 jan de 2015.

CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento. Levantamento de safra, Café. Disponível em : > [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_12\\_22\\_09\\_53\\_55\\_boletim\\_dezembro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_12_22_09_53_55_boletim_dezembro_2014.pdf)<. Acesso em 8 jan de 2015.

GOMES, J. C. & OLIVEIRA, G. F. **Análises físico-químicas de alimentos**. Viçosa: Editora UFV, 2011, 303p.

GRANT, C.A.; SHEPPARD, S.C. Fertilizer impacts on cadmium availability in agricultural soils and crops. **Human and Ecological Risk Assessment**, Philadelphia, v.14, n. 2, p. 210-228, 2008.

GREMBECKA, M.; MALINOWSKA, E.; SZEFER, P. Differentiation of market coffee and its infusions in view of their mineral composition. **Science of the Total Environment**, v. 383, p. 59-69, 2007.

GONÇALVES, J.R.; MESQUITA, A.J.; GONÇALVES, R.M. Determinação de metais pesados em leite integral bovino pasteurizado no estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p. 365-375, 2008.

HSEU, Z.Y.; SU, S.W.; LAI, H.Y.; GUO, H.Y.; CHEN, T.C.; CHEN, Z.S. Remediation techniques and heavy metal uptake by different rice varieties in metal-contaminated soils of Taiwan: New aspects for food safety regulation and sustainable agriculture. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 56, p. 31-52, 2010.

MAGNA, G. A. M.; MACHADO, S.L.; PORTELA, R.B.; CARVALHO, M.F. Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro – Bahia. **Química Nova**, v. 36, n. 7, p. 989-997, 2013

MATTIGOD, S.V.; PAGE, A.L. Assessment of metal pollution in soil. In: THORNTON, I. (Ed.). **Applied environmental geochemistry**. London: Academic Press, 1983. p. 355-394.

MELLONI, R.; BELLEZE, G.; PINTO, A. M. S.; DIAS, L.B.P.; SILVE, E.M.; MELLONI, E.G.P.; ALVARENGA, M.I.N.; ALCÂNTARA, E.N. Métodos de controle

de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n.1, p. 66-75, 2012.

MOREIRA, F.R. & MOREIRA, J.C. Os efeitos do chumbo para o organismo humano e seu significado para a saúde. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.15, p.119-129, 2004.

MORGANO, M. A.; PAULUCI, L. F.; MANTOVANI, D. M. B.; MORY, E. E. M. Determinação de minerais em café cru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 19-23, 2002.

MORTVEDT, J.J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes: presença de elementos tóxicos. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; FAPESP; POTAFOS, 2001. cap.10, p. 237-254.

NÖEL, L.; CHEKRI, R.; MILLOUR, S.; VASTEL, C.; KADAR, A.; SIROT, V.; LEBLAN, J. C.; GUÉRIN, T. Li, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Se and Mo levels in foodstuffs from the Second French TDS. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1502-1513, 2012.

ONIANWA, P. C.; ADELOTA, I. C.; IWEGBUE, C. M. A.; OJO, M. F., TELLA, O. O. Trace heavy metals composition of some Nigerian beverages and food drinks. **Food Chemistry**, v. 166, p. 275-279, 1999.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI, F. A. B.; DOMENE, S. M. A. Dietary Reference Intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 741-760, 2006.

PASCALICCHIO, A.E. **Contaminação por metais pesados**. São Paulo: Annablume, 2002. 132p.

SALGUERO, J. A competitividade do café no mercado interno brasileiro: a qualidade como fator de crescimento. **Revista Inovação Tecnológica**, v. 3, p.64-84, 2013.



SANTOS, E. J. & OLIVEIRA, E. Determination of mineral nutrients and toxic elements in Brazilian soluble coffee by ICP-AES. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 523-531, 2001.

SANTOS, J. S.; SANTOS, M. L. P.; CONTI, M. M.; SANTOS, S. N.; OLIVEIRA, E. Evaluation of some metals in Brazilian coffees cultivated during the process of conversion from conventional to organic agriculture. **Food Chemistry**, v. 115, p. 1405-1410, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. Dados do Agronegócio – produção agrícola: café. Disponível em <http://www.agricultura.mg.gov.br/dados-do-agronegocio>. Acesso 08 nov 2014.

SELINUS, O. Geologia Médica. In: SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. (eds) **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 1-5.

SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M. Geologia Médica no Brasil. In: SILVA, C. R.; FIGUEIREDO, B. R.; DE CAPITANI, E. M.; CUNHA, F. G. (eds) **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 6-14.

SCHMIDT, C. A. P.; MIGLIORANZA, E.; NAGASHIMA, G.; GRECCO, F. Concentrações de metais pesados em grãos de café produzidos em lavouras sobre solos originados do basalto e do arenito Caiuá. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1590-1593, 2009.

TAVARES, A.D. Determinação de cádmio e chumbo em alimentos e bebidas industrializados por Espectrometria de absorção atômica com atomização eletrotérmica. 2010, 98p. Dissertação (Doutorado em Química). Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

TAVARES, K.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; NUNES, C.A.; PINHEIRO, A.C.M. Espectroscopia no infravermelho médio e análise sensorial aplicada à detecção de adulteração de café torrado por adição de cascas de café. **Química Nova**, v.35, p. 1164-1168, 2012.

VENEZUELA, T.C. Determinação de contaminantes metálicos (metal tóxico) num solo adubado com composto de lixo em área olerícola no município de Nova Friburgo. 2011, 96p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.