

AVALIAÇÃO DOS TEORES DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS (As, Cd e Pb) EM AMOSTRAS DE CAFÉ

RESUMO

O café pode ser definido como produto do beneficiamento do grão de espécies do gênero *Coffea*, submetido a tratamento térmico até atingir o ponto de torra escolhido, em grãos ou moído. A absorção de metais nos frutos pode levar a contaminação dos seres humanos, causando diversos efeitos adversos à saúde. O objetivo do estudo foi comparar os teores de As, Cd e Pb em amostras de fruto pós-colheita de café, em fruto após secagem, em grãos verdes, em grãos torrados e grãos torrados e moídos adquiridas em uma fazenda localizada em Minas Gerais em maio de 2022. Para o preparo das amostras foi realizado uma digestão ácida com o micro-ondas e a análise dos elementos inorgânicos foi por ICP-MS. Foi observado que em todas as amostras as concentrações dos elementos ficaram abaixo do limite estabelecido pela legislação e os valores de Pb estão de acordo com o encontrado na literatura. Ao comparar os valores entre os produtos das etapas do processamento do café, observou-se que não existe uma variação significativa, sendo possível assim, controlar tais contaminantes apenas no produto final, como o café em pó. Os valores encontrados estão de acordo com os outros estudos para Pb e diferiram para As e Cd devido a diferença de sensibilidade das técnicas utilizadas.

INTRODUÇÃO

O café pode ser definido como produto do beneficiamento do grão de espécies do gênero *Coffea*, submetido a tratamento térmico até atingir o ponto de torra escolhido, em grãos ou moído (1,2). A bebida café como conhecemos é elaborada com os grãos de café torrado ou café solúvel que são oriundos da industrialização de grãos de café cru, o fruto do cafeeiro (*Coffea sp.*) (3,4) submetido as etapas de processamento descritas na figura 1.



Figura 1. Etapas de processamento do café desde da lavoura até a xícara. Fonte: Próprio autor.

Após a colheita, o fruto é seco e não sofre mudança de estrutura, apenas ocorre alteração da coloração da casca (5,6), como pode ser visualizado na figura 2. A próxima etapa é chamada de beneficiamento, que é um processo importante que consiste na remoção da casca e pré-limpeza. (7,8). Em seguida é realizada a torrefação que é uma etapa relevante para formação de sabor e aroma (9). Já a moagem consiste na trituração dos grãos torrados até a obtenção de um pó fino (10).



Figura 2. (A) Desenho do fruto do café e suas partes. Fotos dos frutos de cafés em: (B) diferentes estágios de maturação, (C) corte transversal do fruto com a casca removida, (D) grão com mucilagem, (E, F) grãos após secagem com o pergaminho e (G) grão cru com a película prateada. Fonte: (4)

A qualidade do café torrado segue o descrito na RDC nº 722 (01/07/2022) e na Instrução Normativa nº 160 (01/07/2022), que dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, que estabelece LMT de $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de arsênio total, de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de cádmio e $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de chumbo em café torrado em grãos ou pó (11,12).

As plantas de café podem absorver alguns elementos inorgânicos, como arsênio (As), cádmio (Cd) e chumbo (Pb), e armazená-los nas raízes ou ainda encaminhar para as partes aéreas e grãos (13,14). Ao atingir os grãos de café, ele se torna veículo de contaminação para os seres humanos, induzindo efeitos adversos à saúde, como mutagênese e carcinogênese (15). Estudos descrevem a presença destes elementos em amostras de grãos de café torrado, principalmente o Pb, pois são estáveis e permanecem no ambiente (16,17,18,19).

Considerando o papel da Vigilância Sanitária de elaborar medidas que reduzam, eliminem ou previnam os riscos à saúde, zelando pela saúde dos indivíduos (20), torna-se importante avaliar o café consumido pela população para verificar se está em conformidade com os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em café estabelecidos pela RDC nº 722 de 01/07/2022 e IN nº 160(01/07/2022), assegurando a saúde dos consumidores (11,12).

OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os teores de As, Cd e Pb por Espectrometria de Massa com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) nas amostras, das diferentes etapas de processamento de café, obtidas em uma fazenda de Minas Gerais em 2022.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram analisadas 5 amostras de café referente a cada etapa de processamento do café oriundas de uma mesma colheita (maio de 2022) de uma fazenda localizada em Minas Gerais. Essas foram classificadas de acordo com as descrições identificadas na literatura para cada fase de processamento.

Para o preparo das amostras foi realizado uma digestão ácida por sistema fechado com o micro-ondas Speed Wave Four (Berghof, Germany). Já a identificação e

quantificação dos elementos inorgânicos foi utilizado o Espectrômetro de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado – ICP MS - Modelo NexION 300D (PerkinElmer) (21).

Foi observado que em todas as amostras analisadas as concentrações dos elementos ficaram abaixo do limite estabelecido pela legislação (11,12), sendo que os valores variaram de acordo com a amostra e o elemento inorgânico, como apresentado na Tabela 1. A composição química dos grãos de café sofre influência do clima, do solo, do manejo pré-colheita e pós-colheita, região, armazenamento e altitude (22).

Tabela 1. Resultados de As, Cd e Pb em mg kg⁻¹ para amostras de diferentes etapas de processamento de café oriundas de Minas Gerais, 2022.

Amostras	As (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)
Fruto pós-colheita	0,007 ±0,001	<LOQ	0,08 ±0,03
Fruto após secagem	0,020 ±0,003	<LOQ	0,1 ±0,03
Fruto pós beneficiamento	0,009 ±0,002	<LOQ	0,040 ±0,002
Grãos pós torrefação	0,021 ±0,005	<LOQ	0,06 ±0,01
Café em pó	0,024 ±0,003	0,009 ±0,001	0,2 ±0,03
LOD	0,001	0,002	0,01
LOQ	0,004	0,006	0,04

Estudos realizados em solos da região do Alto Paranaíba (Minas Gerais), observou a presença de metais pesados (23,24). Além do solo, os rios são pontos acumuladores de poluentes, recebendo poluição proveniente de aterros sanitários e diversas atividades humanas que se desenvolvem ao longo das bacias hidrográficas (25). Sendo assim, a água utilizada na irrigação também pode ser uma fonte de carreadores de metais tóxicos, além do solo.

No estudo realizado por Kowalska (2021) foi descrito que nas amostras de café analisados a concentração de arsênio obtida foi abaixo do limite de quantificação do método (<LOQ = 0,1 mg kg⁻¹) (26), o que não foi observado no nosso estudo, pois em média foi quantificado 0,02 mg kg⁻¹. Tal diferença nos achados pode ser justificado pela diferença de sensibilidade dos métodos, pois segundo o LOD e LOQ, o método do presente estudo é mais sensível, visto que foi possível quantificar níveis de As, mesmo em baixa concentrações. Além disso, as amostras de café podem variar a incidência dependendo do local de cultivo (16).

Outra observação importante deste estudo é de que o fruto após a etapa de secagem apresentou resultados semelhantes ao do café torrado e moído em relação ao Arsênio e ao Chumbo. Esses valores similares podem ser justificados pela perda de umidade nas etapas seguidas no processamento das amostras, que diferem do fruto após colheita e dos grãos pós beneficiamento, que contém maior teor de umidade (9).

Na avaliação da concentração de Cádmio, o presente estudo detectou níveis baixos em amostra de café moído e nas demais amostras as concentrações estavam abaixo de <LOQ (0,006 mg kg⁻¹). Tal achado não foi verificado em outro estudo que observou uma ampla faixa de concentração, que variou de <LOQ (0,020 mg kg⁻¹) a 0,098 mg kg⁻¹ (26). Outro estudo também detectou Cd em amostras de café variando de 0,025 mg kg⁻¹ a 0,1 mg kg⁻¹ (27). Essa diferença de resultados pode ser explicada devido as diferenças de processo de produção, composição dos solos e técnicas de cultivo (16).

Já para os níveis de Pb, o presente estudo encontrou valores variando entre 0,04 a 0,2 mg kg⁻¹, corroborando os achados do estudo em 2021(26) que estava na faixa entre 0,010 mg kg⁻¹ a 0,791 mg kg⁻¹ para grãos de café. Já outro estudo encontrou valores entre 0,075 mg kg⁻¹ e 1,5750 mg kg⁻¹ que também está de acordo com os níveis encontrados neste estudo (27).

CONCLUSÃO

Ao final deste estudo foi possível concluir que não existe uma variação significativa entre os valores encontrados entre os produtos das etapas do processamento do café, sendo possível assim, controlar tais contaminantes apenas no produto final, como o café em pó.

O que se observou foi que os valores encontrados estão de acordo com os outros estudos para Pb e diferiram para As e Cd, podendo ser justificado pela diferença de sensibilidade dos métodos. Porém, em nenhuma das amostras foi detectado concentração acima do limite estabelecido pela legislação. Porém, a constante vigilância da qualidade de tais produtos se faz necessário para evitar a contaminação humana e seus possíveis desfechos maléficis em saúde.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de café. Indicadores da Indústria de Café (2021). Disponível em: <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/>> Acesso em 12 de Abr. 2022.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 716, de 1º Julho de 2022, Dispõe sobre os requisitos sanitários do café, cevada, chás, erva-mate, especiarias, temperos e molhos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: Brasília, DF, 6 jul. 2022. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_716_2022_.pdf/9c7579a7-9e06-4f64-9d6c-c5a224a73edc> Acesso em 12 de jul. 2022.
3. DE PAULA, N. C. C.; SILVA, F.C.Café (Coffea L): matéria-prima, processamento e qualidade. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10, n.4, p. 144-165, out./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>
4. Durán, C. A. A.; Tsukui, A.; Santos, F. K. F.; Martinez, S. T.; Bizzo, H. R.; Rezende, C. M. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Rev. Virtual Quim.**, 2017, 9 (1), 107-134. Revista Virtual de Química ISSN 1984-6835.
5. SANTINATO, F.; JÚNIOR, L.; SILVA, R. P.; SANTINATO, R.; ECKHARDT, C. F. S. Época de colheita (definição do momento de início da colheita) no cerrado mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. Anais. Brasília, DF: **Embrapa Café**, 2016
6. BORÉM, F.M. Vias de processamento. In: BORÉM, F.M. Pós-colheita do café. Lavras: UFLA, 2008.
7. MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GRACIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro: Mapa/PROCAFÉ, 387 p., 2002.
8. SILVA, L. C. Café-fruto, grão e bebida. Revista: Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo, Ano X, nº 52, p. 13-18, Jan/Fev. 2012.
9. EUGÊNIO, M. H.A; PEREIRA, R.G.F.A.; RODARTE, M.P.; TAVARES, K.M. Expansão volumétrica de grãos de café arábica submetidos a diferentes pontos de torração. In: congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, Poços de Caldas. Anais... Brasília, DF: **Embrapa Café**, 2011.
10. MELITTA. A torra do café e moagem. Disponível em: <<https://www.melitta.com.br/explorar/torra-do-cafe>>. Acesso em 25 de abril, 2020.

11. ANVISA. RDC nº 722, de 01 de julho de 2022, que dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade.
12. Instrução normativa - IN nº 160, de 1º de julho de 2022. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-160-de-1-de-julho-de-2022-413367081>
13. ADLER G, Nędzarek A, Tórz A. Concentrações de Metais Selecionados (NA, K, CA, MG, FE, CU, ZN, AL, NI, PB, CD) em Café. *Zdr Varst.* 2019 Oct 1;58(4):187-193. doi: 10.2478/sjph-2019-0024.
14. BETTIOL W, CAMPBELL O (2006). Lodos: impactos ambientais na agricultura. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, BR.
15. Matés JM, Safe JA, Alonso FJM (2010). Roles of dioxins and heavy metals in cancer and neurological diseases using ROS-mediated mechanisms. *Free Rad. Biol. Med.* 49(9):1328-1341.
16. SILVA MLDS, Vitti GC, Trevizam AR (2007). Concentração de metais pesados em grãos de plantas cultivadas em solo com diferentes níveis de contaminação. *Pesqui. Agropecu. Sutiãs.* 42(4):527-535
17. ALBALS D, Al-Momani IF, Issa R, Yehya A. Determinação multielementar de metais essenciais e tóxicos em grãos de café verde e torrado: um estudo comparativo entre diferentes origens usando ICP-MS. *Sci Prog.* 2021 Apr-Jun;104(2):368504211026162. doi: 10.1177/00368504211026162
18. NĘDZAREK A, Tórz A, Karakiewicz B, Clark JS, Laszczyńska M, Kaleta A, Adler G. Concentrations of heavy metals (Mn, Co, Ni, Cr, Ag, Pb) in coffee. *Acta Biochim Pol.* 2013;60(4):623-7. Epub 2013 Dec 16. PMID: 24340307.
19. ASHU R, Chandravanshi BS (2011). Níveis de concentração de metais em pós de café torrado na Etiópia comercialmente disponíveis e suas infusões. *Touro. Química Sociedade.* Etiópia. 25(1):11-24.
20. BRASIL 1999, Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências.
21. SANTOS, L. M. G. **Avaliação e otimização de metodologia de determinação do arsênio total, As(III) e As(IV) em amostras de água e alimentos e a relevância dos riscos por ingestão.** 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária) - Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/8428>. Acesso em: 24 Abr. 2022.
22. OLIVEIRA, G. S. de. **Comparação química dos grãos de café (Coffea arabica), sadio e seus grãos PVA (pretos, verdes, ardidos) oriundos do Sul de Minas e do Cerrado Mineiro, submetidos a diferentes graus de torrefação.** 101p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2006.
23. FERNANDES RBA, Luz WV, Fontes MPF, Fontes LEF (2007). Avaliação da concentração de metais em áreas olerícolas no Estado de Minas Gerais. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiente.** 11(1):81-93.
24. NETO FCR, Schaefer CEGR, Fernandes Filho EI, Corrêa MM, Costa LM, Parahyba RBV, Guerra SMS, Heck R (2009). Topolitossequências de solos do Alto Paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos. **Res. Sutiãs. Cien.** Solo 33:1795-1809.
25. Ferreira, D. A., & Rosolen, V. S. (2012). Análise dos impactos gerados pelo aterro sanitário no rio uberabinha (uberlândia/mg) com foco na concentração de metais pesados. **Caderno Prudentino De Geografia**, 2(33), 85–100. Recuperado de <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/1928>
26. Kowalska, G. The Safety Assessment of Toxic Metals in Commonly Used Herbs, Spices, Tea, and Coffee in Poland. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 5779. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115779>
27. Silva, S. A. **Determinação de metais tóxicos em café: grãos torrados e infusão.** Rio Paranaíba, MG. 2015. 27p. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <https://www.novoscursos.ufv.br/posgrad/crp/posproducaovegetal/www/wp-content/uploads/2012/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Sabrina-Alves-CD.pdf> Acesso em set. 2022.