

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade**

**ANÁLISE DO IMPACTO DO CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL EM  
VEGETAIS EM RELAÇÃO À PRESENÇA DOS METAIS Cr E Cu**

**ANALYSIS OF IMPACT OF ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMING IN  
VEGETABLES REGARDING THE PRESENCE OF METALS Cr AND Cu**

Marianna Pozzatti Martins De Siqueira e Maria Goreti R. Vale

**RESUMO**

Os vegetais são conhecidos por contribuírem com grande aporte de nutrientes, como vitaminas e minerais, além de atuarem como ingredientes de diversos pratos, em diversas culturas e serem muitos saborosos. Devido à grande procura por vegetais, torna-se necessário aumentar a produção, e, normalmente, recorre-se ao uso de fertilizantes e agrotóxicos, os quais podem vir a contaminar a produção com metais como cromo e cobre. Como alternativa aos vegetais cultivados pelo sistema convencional, existem os vegetais orgânicos, aos quais, não é permitida a aplicação de fertilizantes sintéticos ou pesticidas. No entanto, não se sabe se estes vegetais estão realmente isentos da presença de metais. O objetivo deste trabalho consistiu na determinação de Cr e Cu em vegetais cultivados pelos sistemas convencional e orgânico de produção. Observou-se que vegetais orgânicos e convencionais apresentaram concentrações variáveis destes metais, sendo que, os vegetais orgânicos, muitas vezes, apresentaram maiores níveis de Cr e Cu, quando relacionados aos vegetais convencionais.

**Palavras-chave:** cromo, cobre, vegetais orgânicos, vegetais convencionais.

**ABSTRACT**

Vegetables are known to contribute with large amounts of nutrients, like vitamins and minerals, in addition to acting as an ingredient in various dishes in various cultures and be very tasty. Due to the high demand for vegetables, it is necessary to increase the production, and, usually, it's necessary to apply pesticides and fertilizers, which can contaminate the production by metals, like chromium and copper. Replacing the conventional vegetables, there are organic vegetables, which, it is not allowed to apply pesticides and synthetic fertilizers. However, is not known whether these plants are truly metal free. The goal of this work was the determination of Cr and Cu in vegetables cultivated by conventional and organic systems. It was observed that organic and conventional plants showed varying concentrations of these metals, wherein the organic plants, oftentimes, had higher concentrations than conventional plants, for both Cr and Cu.

**Keywords:** chromium, copper, organic vegetables, conventional vegetables.

## 1 INTRODUÇÃO

A inserção de vegetais na dieta é sempre indicada, a fim de auxiliar na manutenção de uma alimentação balanceada, visto que os vegetais contêm grande aporte de vitaminas e minerais (BUTNARIU E BUTU, 2015).

Para manter o abastecimento da população, é necessário garantir uma boa produção. No cultivo convencional, normalmente, recorre-se ao uso de fertilizantes e pesticidas, que neste sistema de cultivo, tem sua aplicação permitida (BRASIL, 2007). No entanto, já foi reportado na literatura, a presença de metais potencialmente tóxicos em fertilizantes, como Cd, Tl, Cr e Pb (BORGES ET AL., 2011; BORGES ET AL., 2014; BORGES ET AL., 2015). Ademais, nos pesticidas, metais como Cd, Cr e Cu, costumam atuar como princípios ativos (TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHROMIUM, 2012; TOXICOLOGICAL PROFILE FOR COPPER, 2004).

Em substituição aos vegetais cultivados pelo sistema convencional, surge o cultivo orgânico, o qual não permite o uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos (BRASIL, 2007). Porém deve-se levar em consideração, que o uso de fertilizantes e pesticidas, não é a única fonte de contaminação por metais, visto que eles podem entrar em contato com a cadeia alimentar, devido a presença natural no solo, no ar, pela existência de fábricas localizadas próximas à produção, água contaminada ou escapamento de carros (TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHROMIUM, 2012; TOXICOLOGICAL PROFILE FOR COPPER, 2004).

A toxicidade do Cr depende de seu estado químico. Pequenas quantidades do Cr III é essencial para a manutenção da boa saúde, no entanto, o Cr VI, é altamente tóxico, podendo causar problemas respiratórios, gastrointestinais, hepáticos, endócrinos, entre outros (TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHROMIUM, 2012).

O cobre, também é essencial em baixas concentrações. Entretanto, a longa exposição ao elemento pode causar problemas respiratórios, cardiovasculares e irritações na pele. (TOXICOLOGICAL PROFILE FOR COPPER, 2004).

Pelo exposto, foi realizada a determinação dos metais Cr e Cu em vegetais convencionais e orgânicos (pimentão verde, vermelho e amarelo, physalis, batata, tomate, berinjela e pimenta) utilizando a técnica de espectrometria de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua em forno de grafite por análise direta de sólidos (HR-CS SS-GF AAS) de modo a fazer uma comparação quanto aos teores de Cr e Cu nestes vegetais cultivados pelos dois sistemas.

## 2 METODOLOGIA

A técnica de análise de dados consiste no confronto dos dados obtidos com a legislação vigente, bem como com trabalhos semelhantes já realizados. Os vegetais analisados serão: pimentão verde, vermelho e amarelo, tomate, batata, pimenta, physalis e berinjela, todos estes pertencentes à família Solanaceae.

Os vegetais foram obtidos em mercados e feiras localizados na cidade de Porto Alegre – Rio Grande do Sul.

Os vegetais adquiridos foram mantidos sob refrigeração e manipulados no laboratório do Grupo de Análise de Traços (GAT) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. No momento do preparo das amostras, os vegetais foram porcionados com o auxílio de uma espátula de cerâmica, colocados em placas de Petri e congelados. Após estarem completamente congelados, foram liofilizados por 24 horas (Model ModulyonD –Thermo Electron Corporation, USA), moídos em micro moinho (A-11 Basic - IKA-Werke, Germany), armazenados em tubos plásticos e mantidos em um dessecador até o momento da análise.

Para a realização das medidas foi utilizado um espectrômetro de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua com forno de grafite, modelo ContraAA 700 (Analytik Jena AG, Jena, Alemanha), foram utilizados tubos de grafite revestidos piroliticamente com aquecimento transversal.

As amostras foram diretamente pesadas na plataforma de grafite usando micro balança modelo M2P (Sartorius, Göttingen, Alemanha), com precisão de 0,001 mg. As plataformas foram inseridas no atomizador com o auxílio de pinças pré-ajustadas. Todas as medidas foram baseadas na absorvância integrada e os resultados são a média de cinco medidas.

Na Tabela 1, é apresentado o programa de aquecimento utilizado para a análise de Cr e Cu nos vegetais.

Tabela 1. Programa de temperatura para a determinação de Cr e Cu em vegetais utilizando HR-CS SS-GF AAS.

Etapas	Temperatura (°C)	Rampa (°C s <sup>-1</sup> )	Patamar (s)	Vazão de gás Ar (L min <sup>-1</sup> )
Secagem	90	3 <sup>a,b</sup>	10 <sup>a</sup> ;20 <sup>b</sup>	2
Secagem	110	5	10 <sup>a</sup> ;30 <sup>b</sup>	2
Pirólise	1700 <sup>a</sup> ,1100 <sup>b</sup>	300	5	2
Atomização	2600 <sup>a</sup> , 2400 <sup>b</sup>	3000	8 <sup>a</sup> ;9 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup> ,1 <sup>b</sup>
Limpeza	2650	1000	8 <sup>a</sup> ;6 <sup>b</sup>	2

(a) Cr (b) Cu

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação de Cr e Cu foi aplicada em pimentão verde, amarelo e vermelho, tomate, batata, pimenta, physalis e berinjela, cultivados pelo sistema convencional e orgânico de produção. Foram analisados três exemplares de cada vegetal, oriundos de diferentes locais, a fim de averiguar se as concentrações dos elementos variam conforme onde foram cultivados (Figura 1).

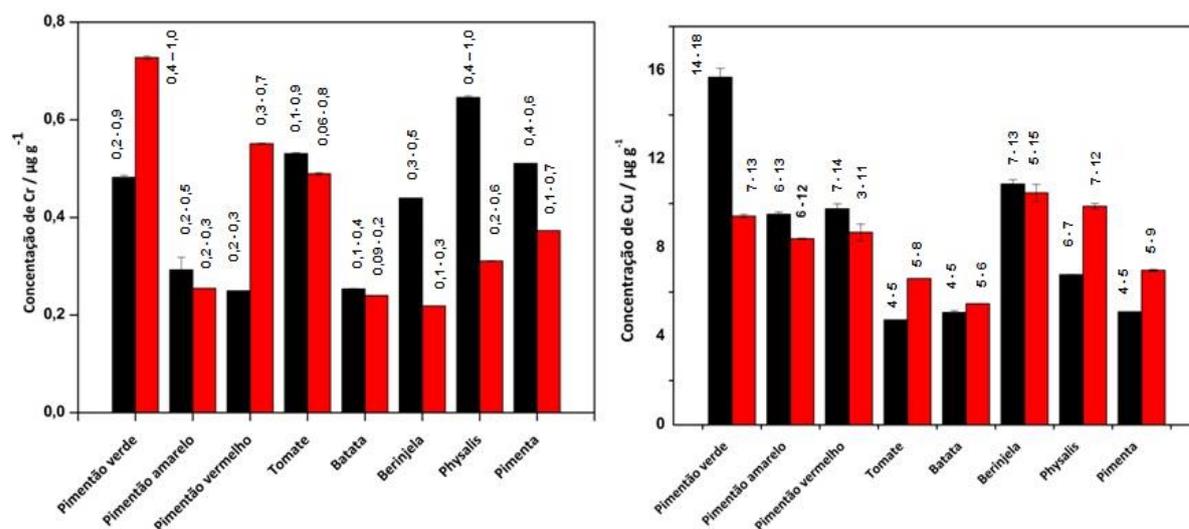


Figura 1. Concentração de Cr e Cu em vegetais convencionais (●) e orgânicos (●).

A legislação National Food Safety Standard Maximum Levels of Contaminants in Food, elaborada pelo USDA (United States Department of Agriculture – Foreign

Agricultural Service), estabelece que, para a categoria dos vegetais, o limite máximo de Cr é de  $0,5 \mu\text{g g}^{-1}$ . Segundo esta legislação, alguns dos vegetais analisados apresentaram-se acima do limite, sendo 20,8 % das amostras convencionais e 33,3 % das amostras orgânicas.

Para o Cu, não há legislação específica que estabeleça a máxima concentração permitida para vegetais, portanto, foi utilizada uma legislação paralela, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) - Resolução - CNNPA nº 13, 15 de julho de 1977, a qual estipula o limite máximo permitido de Cu em conservas de pepino de  $15 \mu\text{g g}^{-1}$ . Baseando-se nesta legislação, apenas um exemplar de pimentão verde convencional apresentou concentrações de Cu acima do permitido.

É possível observar que vegetais orgânicos e convencionais, variaram bastante em relação às maiores concentrações de Cr e Cu, estando assim, concordante com outros estudos, que apontaram que, além do tratamento do solo, a sua localização e outros fatores, tais como, a solubilidade das espécies metálicas no solo e os diferentes tipos de plantas, também interferem no aporte final de metais (KARAVOLTOSOS et al., 2008; CHEN et al., 2011; SANTOS et al., 2012; ARAÚJO et al., 2013; NORTON et al., 2015; PENDIAS-KABATA, 2011).

Com base nos resultados deste estudo, verifica-se a importância do cuidado necessário para com a produção, pois os vegetais orgânicos, os quais deveriam conter menor aporte de metais, por terem menor número de fontes contaminantes, não se apresentaram como tal. Esses metais, podem advir do longo tratamento do solo com fertilizantes e pesticidas sintéticos, antes de ser convertido ao cultivo orgânico, da poluição atmosférica, água contaminada, proximidade com indústrias e estradas e o período de cultivo (KARAVOLTOSOS et al., 2008; CHEN et al., 2011; SANTOS et al., 2012; ARAÚJO et al., 2013; NORTON et al., 2015; PENDIAS-KABATA, 2011).

Por isso, o cuidado com o meio ambiente, estudos que auxiliem numa produção mais sustentável, onde haja averiguação das características do solo, da água e até mesmo do ar, tornam-se indispensáveis.

Há também, inúmeras possibilidades de efetuar a descontaminação do solo, por meio de métodos baseados em tecnologias biológicas, químicas, físicas ou elétricas (PENDIAS-KABATA, 2011). Este tipo de ação deve receber atenção, principalmente em locais onde se sabe da contaminação por metais, como lugares próximos à minas abandonadas ou que tenham sofrido algum fenômeno causado pela natureza, como inundações, onde material contaminado poderia ter sido depositado no solo no qual é realizado algum tipo de plantio.

Estudos e aplicações de métodos voltados à tecnologias ambientalmente sustentáveis tornam-se de grande importância, visto que, por exemplo, um consumidor que compra um produto orgânico, normalmente o escolhe por ele conter menos compostos potencialmente agressivos à saúde e ao meio ambiente.

#### 4 CONCLUSÕES

Foi observado que as maiores concentrações de cromo e de cobre, foram encontradas em physalis convencional e pimentão verde convencional, respectivamente. Não foi encontrado na literatura, estudos relacionados ao aporte de metais em physalis, sendo que este, apresentou concentrações acima do limite máximo permitido pela legislação, para ambos os cultivos, enquanto que para cobre, apresentou concentrações similares e abaixo do limite estabelecido pela legislação.

As concentrações dos elementos variaram muito entre o cultivo orgânico e convencional, mesmo o cultivo orgânico, possuindo menores fontes de contaminação, já que não pode fazer uso de agrotóxicos e pesticidas. Isso pode ocorrer, devido ao longo tempo de tratamento do solo com agrotóxicos e pesticidas, antes deste, ser convertido ao cultivo

orgânico. Outros fatores possíveis, estão atrelados à proximidade de indústrias, as quais emitem resíduos de produção que contenham estes metais, proximidade com estradas por onde haja grande tráfego de automóveis e o uso de água contaminada. Assim, é de extrema importância que sejam feitos esforços de modo a minimizar os riscos de impactar o meio ambiente, por meio de estratégias de gestão mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO D.F.S., VASCONCELOS M.A.S., ANDRADE S.A.C., SARUBBOC L.A. The concentration of minerals and physicochemical contaminants in conventional and organic vegetables, **Food Control**, v. 44, p. 242-248, 2013.

BORGES A.R., BECKER E.M., DESSUY M.B., VALE M.G.R., WELZ B. Investigation of chemical modifiers for the determination of lead in fertilizers and limestone using graphite furnace atomic absorption spectrometry with Zeeman-effect background correction and slurry sampling, **SpectrochimicaActa Part B**, v. 92, p. 1–8, 2014.

BORGES A.R., BECKER E.M., LEQUEUX C., VALE M.G.R., FERREIRA L.C.S., WELZ B. Method development for the determination of cadmium in fertilizer samples using high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry and slurry sampling. **SpectrochimicaActa Part B**, v. 66, p. 529-535, 2011.

BORGES A.R., FRANÇOIS L.L., BECKER E.M., VALE M.G.R., WELZ B. Method development for the determination of chromium and thallium in fertilizer samples using graphite furnace atomic absorption spectrometry and direct solid sample analysis, **Microchemical Journal**, v. 119, p. 169–175, 2015.

BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica, e dá outras providências. Brasília, 2007.

BUTNARIU M., BUTU A. Chemical Composition of Vegetables and Their Products. **Handbook of Food Chemistry**, Berlin, p. 651-684, 2015.

CHEN C., QIAN Y., CHEN Q., LI C. Assessment of daily intake of toxic elements due to consumption of vegetables, fruits, meat, and seafood by inhabitants of Xiamen, China, **Journal of food science**, v. 76, p. 181-188, 2011.

Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolve estabelecer características mínimas de identidade e qualidade para as hortaliças em conserva obrigatoriamente submetidas a tratamento térmico. Resolução - CNNPA nº 13, de 15 de julho de 1977.

KARAVOLTSOS S., SAKELLARI A., DASSENAKIS M., SCOULLOS M. Cadmium and lead in organically produced foodstuffs from the Greek market. **Food Chemistry**, Grécia, v. 106, p. 843-851, 2008.

National Food Safety Standard Maximum Levels of Contaminants in Food 2010. United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service

Global Agricultural Information Network, 2010, Disponível em:

<<http://www.franceagrimer.fr/content/download/34562/314748/file/INT%20ENG%20-%20GB%202762-2012%20-%20Niveaux%20de%20polluants%20maximum%20autoris%C3%A9s%20dans%20les%20produits%20alimentaires.pdf>> . Acesso em: 15 jan. 2016.

NORTON G.J., DEACON C. M., MESTROT A., FELDMANN J., JENKINS P., BASKARAN C., MEHARG A. A., Cadmium and lead in vegetable and fruit produce selected from specific regional areas of the UK. Science of the total environment, **Science of The Total Environment**, v. 553, p. 520–527, 2015.

PENDIAS-KABATA, A. Trace elements in soils and plants. 4ª edição, 2011.

Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for chromium. **Department Of Health And Human Services**, U.S., 2012.

Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for copper. **Department Of Health And Human Services**, U.S., 2004.

SANTOS M.M.F., MATOS R.P., LEITE H.A., GERVASIO P.G. Determinação dos elementos traços em amostras de pães e vegetais comercializadas na cidade de Jequié, BA, **Revista científica do departamento de química e exatas**, v. 3, p. 12-20, 2012.