

Teor de metais pesados em alimentos vegetais: uma revisão integrativa

Alicia Alves da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), São Paulo, SP, Brasil.

Flávia Daylane Tavares de Luna

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), São Paulo, SP, Brasil.

Resumo: Com o aumento do uso de fertilizantes e pesticidas, o consumo de vegetais tem sido a principal fonte de ingestão de metais pesados, o que evidenciou uma alta nas pesquisas sobre o tema e trouxe a comprovação dos malefícios para a saúde humana. O presente trabalho tem como objetivo analisar os níveis de cádmio, chumbo, ferro e cobre encontrados em tomates, alfaces e pimentões no Brasil e avaliar os riscos de contaminação através dos mesmos comparando aos valores de referência determinados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), essa busca foi realizada através de pesquisa em bancos de dados utilizando palavras-chave apropriadas. Os resultados indicam que 50% dos estudos apresentam valores superiores ao recomendado.

Palavras-chave: *Contaminação. Metais pesados. Vegetais.*

Abstract: With the increase in the use of fertilizers and pesticides, the consumption of vegetables has been the main source of intake of heavy metals, which shows a rise in research on the subject and brought proof of harm to human health. The present work aims to analyze the levels of cadmium, lead, iron and copper found in tomatoes, lettuces and peppers in Brazil and to assess the risks of contamination by comparing them to reference values determined by the National Health Surveillance Agency (Anvisa), this search is performed through database searches using appropriate keywords. The results indicate that 50% of the studies were superior to the recommended.

Keywords: *Contamination. Heavy metals. Vegetable.*

INTRODUÇÃO

Os metais pesados podem ser descritos como elementos químicos da classe dos metais que possuem maior densidade atômica, isso significa que seu peso é superior a outro elemento em mesma quantidade (Igwe, 2005). Alguns desses elementos são essenciais para formação de hemoglobinas e maturação dos neutrófilos no corpo humano, como o cobre e o ferro (Rosa et al., 2016). Na agricultura, podem auxiliar na otimização da produção de alimentos, fazendo com que sejam amplamente utilizados na formação de pesticidas e agrotóxicos (Santis Santis, 2019). Porém, em mesma proporção, podem apresentar grandes riscos à saúde humana, pois atraem para si algumas enzimas que inibem a expulsão desses materiais do corpo, sendo acumulados no organismo, podendo levar à morte.

Em 2014, Pignati *et al.*, através de uma análise descritiva, estatística e de distribuição espacial por município dos dados de agrotóxicos consumidos em Mato Grosso fornecidos pelo Sistema de Informação de Agrotóxicos do Instituto de Defesa Agropecuário (INDEA) (2005-2012), relaciona o uso de agrotóxicos e pesticidas no estado com alguns agravos à saúde: aumento de casos de cânceres, malformações fetais, desregulação endócrina, distúrbios imunológicos e perturbações mentais. Pluth *et al.* (2019) apresenta a mesma proposta e relaciona a exposição a pesticidas a câncer de testículos, mama, esôfago, rim, tireoide, lábio, cabeça e pescoço e osso, feita através de uma revisão literária integrativa, em que apenas 10 dos 64 estudos não apresentaram uma relação entre a exposição a esses tóxicos e câncer.

Segundo Sahriye Sonmez et al. (2006) além das consequências desfavoráveis ao homem, altos níveis de aplicação de cobre no solo e folhas podem afetar negativamente o rendimento e o crescimento de plantas de tomate, resultando em uma diminuição mais acentuada no peso seco da raiz, número de frutos e altura da planta.

Em 2009, o Brasil passou a ocupar a posição de maior consumidor mundial de agrotóxicos, ultrapassando a marca de 1 milhão de toneladas de substâncias tóxicas consumidas. Isso se deve a quantidade exorbitante de agrotóxicos e pesticidas permitidas pelas leis brasileiras e que, muitas vezes, somadas a áreas contaminadas naturalmente, como plantações em locais rochosos ou próximos a áreas industriais e

rodovias, superam os índices permitidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Também é importante ressaltar que alguns tipos de alimento possuem uma facilidade de carregar alguns elementos ao longo de toda sua extensão como, por exemplo, a alface (Pereira et al, 2011), o tomate e o pimentão, que apresentam grande acúmulo dos mesmos em suas raízes (Lima, et al., 2019), apresentando maior a contaminação em outros alimentos. Pensando nisso, o presente trabalho visa analisar, por meio de uma pesquisa bibliográfica integrativa utilizando como base de dados a Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Scholar, SciFinder, Web of Science e Scopus, o teor de cádmio, chumbo, ferro e cobre contidos em tomate, alface e pimentão cultivados em solo brasileiro relacionando-os a ingestão diária recomendada (IDR) pela Anvisa e o relacionando a quantidade de micronutrientes necessárias, assim, identificando se a concentração desses elementos presentes na alimentação dos brasileiros é suficiente para causar contaminação no ser humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo exploratório e descritivo de revisão da literatura, no qual consiste nas seguintes etapas: 1) decidir os descritores; 2) seleção de artigos científicos a serem revisados; 3) categorização e avaliação; 4) interpretação dos resultados e 5) apresentação em síntese dos dados.

Os artigos foram selecionados utilizando as bases de dados da Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Scholar, SciFinder, Web of Science e Scopus. Para guiar este estudo, os seguintes critérios de inclusão foram adotados: trabalhos brasileiros que mencionem teores de cádmio, chumbo, ferro e cobre em tomate e/ou pimentão e/ou alface, publicados nas línguas portuguesa e inglesa no período de 2010 a 2021, disponíveis na íntegra.

Os artigos encontrados inicialmente, tiveram os seus títulos analisados, seguidos de uma avaliação do ano de publicação, e uma análise territorial. Posteriormente, os artigos remanescentes tiveram seus resumos estudados, a fim de se verificar o objeto e a metodologia da pesquisa. Por fim, os artigos que restaram foram estudados na íntegra. A pesquisa de artigos ocorreu de maio a setembro de 2021. A apresentação

dos dados e a discussão serão realizadas de forma descritiva, possibilitando a aplicabilidade desta revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo esse processo, foi iniciada a pesquisa nas devidas bases de dados, utilizando a conjunção das palavras chaves como descrito na Tabela 1. Após obter esses resultados, os trabalhos foram analisados primeiramente de acordo com o seu título, que deve apresentar uma boa coerência com o objetivo do presente trabalho, seguidos de uma avaliação do ano de publicação, o qual deve estar dentro dos últimos dez anos (2011-2021) e, por último, uma análise territorial, na qual o artigo deve ter sido produzido com dados obtidos no Brasil. Ao fim dessa avaliação, foram obtidos um total de 53 artigos, que foram reduzidos a 10 após a exclusão pelos critérios de elegibilidade, que foram feitos utilizando o estudo do resumo e metodologia, pois muito apresentam uma abordagem de avaliação do comportamento da planta quando submetidos a variadas concentrações de alguns metais, então, grande parte destes não eram valores obtidos por análise do perigo para consumo humano, mas sim o comportamento de determinado alimento ao ser submetido a alguns esforços. Ao fim, foram excluídos conteúdos bloqueados e duplicados, como apresentado na Figura 1.

TABELA 1. Combinação de palavras-chave utilizadas para pesquisa e resultados obtidos.

	Lactuca sativa	Solanum lycopersicum	Capsicum annum
Cádmio/Cadmium/Cd	116	108	103
Cobre/Copper/Cu	110	113	87
Chumbo/Lead/Pb	120	90	82
Ferro/Iron/Fe	98	109	67

Atualmente, no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é o órgão responsável por limitar a concentração de Inorgânicos em Alimentos. Os limites são estipulados com base em estudos feitos por essas organizações, contando com o auxílio de órgãos do exterior, como a Organização das Nações Unidas para a

Alimentação e a Agricultura (FAO) e a própria Organização Mundial da Saúde (OMS). Na Tabela 2, são exibidos dados do Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos, na resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013, que determinaram os limites de contaminantes em níveis toxicológicos aceitáveis para proteger a saúde pública visando os contaminantes mais perigosos para os humanos, que nesse estudo são o cádmio e o chumbo. Já os limites de ferro e cobre são estipulados por um estudo desenvolvido pela Gerência-Geral de Alimentos da Anvisa em 2018 (Tabela 2), sabendo que esses são elementos necessários para o desenvolvimento do organismo celular quando consumidos em baixa concentração, sendo necessária sua absorção em alimentos consumidos diariamente, sem adição de forma não-natural. Nesse estudo são apresentados o consumo diário máximo do produto por pessoas maiores de 18 anos ($mg. dia^{-1}$) e a RDC 42/2013 é referente a quantidade de metal presente por quilo de alimento ($mg. kg^{-1}$).

TABELA 2. Limites de consumo de metais pesados permitidos pela Anvisa.

	Anvisa (RDC 42/2013) $mg. kg^{-1}$ (miligrama de metal por quilograma do alimento).	Anvisa (2018) $mg. dia^{-1}$ (miligrama de metal por consumo diário máximo).
Cádmio	$0,1 mg. kg^{-1}$	-
Ferro	-	$34,31 mg. dia^{-1}$
Cobre	-	$8,97 mg. dia^{-1}$
Chumbo	$0,1 mg. kg^{-1}$	-

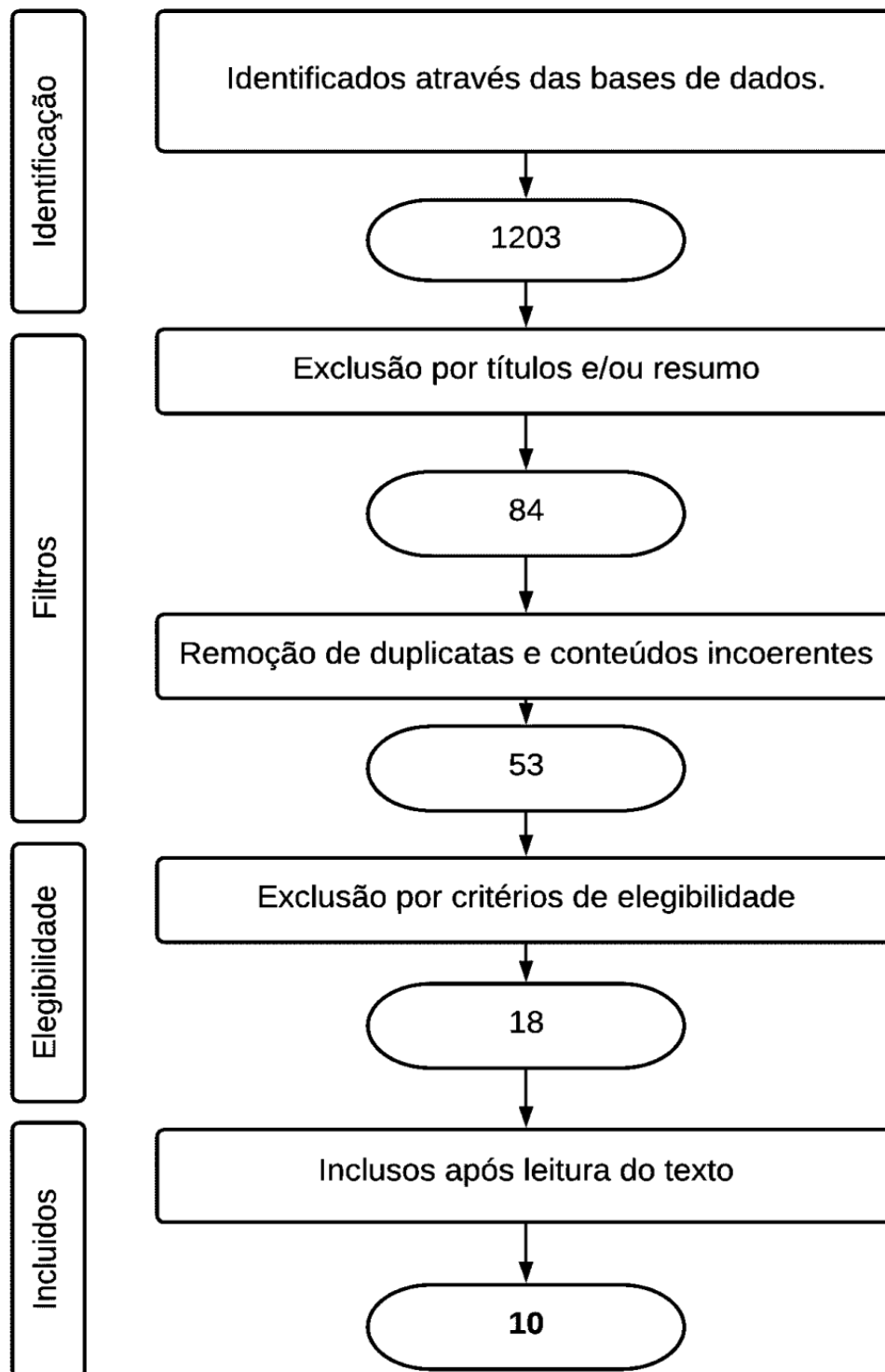
$mg. kg^{-1}$ - Miligrama de metal por quilograma do alimento.

$mg. dia^{-1}$ - Miligrama de metal por consumo diário máximo.

Essa variação será levada em consideração durante a avaliação dos artigos selecionados e sua discussão, já que esses metais apresentam alta absorção, principalmente na alface, que possui uma grande facilidade de carregar esses metais por sua extensão (Pereira et al, 2011), o mesmo acontece com o pimento e o tomate, que apresenta grande acúmulo dos mesmos em suas raízes (Lima et al., 2019). Essa característica fez com que uma preocupação genuína fosse criada em torno desse tema, não só no Brasil, mas no mundo inteiro. O cádmio e o chumbo, em especial, possuem maior atenção porque o cobre e o ferro, que de alguma forma fazem parte da dieta obrigatória dos seres humanos, por mais que sejam em pequenas

quantidades, diferente desses elementos, que não existem nenhuma indicação de consumo como já descrito acima.

Figura 1 – Fluxograma exemplificando o processo de seleção dos artigos.



Fonte: Autores (2021).

TABELA 3. Artigos selecionados relacionando os metais e as concentrações encontradas na alface.

Autores	Concentrações encontradas na alface (mg/kg)			
	Cádmio	Ferro	Chumbo	Cobre
Nacano et al. (2014).	0,0246	-	0,023	-
Dala-Paula et al. (2018).	0,0115	-	0,0545	0,82
Carvalho, et al. (2020). Orgânica	0,155	-	-	-
Convencional	0,081	-	-	-
Araújo et al. (2014) Orgânico	0,084	4,91	0,27	0,867
Convencional	0,085	1,22	0,32	0,295
Guerra et al. (2011)	0,22	-	0,44	-
Mancarella et al. (2016)	< LOD	-	2,43	11,62

LOD – Fora do limite de detecção.

TABELA 4. Artigos selecionados relacionando os metais e as concentrações encontradas no tomate

Autores	Concentrações encontradas no tomate (mg/kg)			
	Cádmio	Ferro	Chumbo	Cobre
Sousa et al. (2020).	0,002	-	0,113	-
Lima, et al (2019).	1,93	-	-	-
França et al. (2017).	< LOD (0,01)	-	< LOD(0,06)	5,3
Nacano et al. (2014).	0,0246	-	0,023	-

Araújo et al. (2014) Orgânico	0,059	3,778	0,215	0,039
Convencional	0,215	3,789	0,22	0,038
Guerra et al. (2011)	1,38	-	0,21	-
Sousa et al. (2017)	< LOD	-	< LOD	2,0

LOD – Fora do limite de detecção.

TABELA 5. Artigos selecionados relacionando os metais e as concentrações encontradas no pimentão.

Autores	Concentrações encontradas no pimentão (mg/kg)			
	Cádmio	Ferro	Chumbo	Cobre
Nacano et al. (2014).	0,0246	-	0,023	-
Araújo et al. (2014) Orgânico	0,07	1,83	0,18	0,45
Convencional	0,07	4,14	0,18	0,66
Guerra et al. (2011)	0,28	-	0,16	-

LOD – Fora do limite de detecção.

Sousa *et al.* (2020) estudou a presença de cádmio e chumbo em uma região serrana do Rio de Janeiro, onde foram analisadas a contaminação do solo e os fatores que contribuíram para a transferência desses elementos ao longo do tomateiro e seus frutos. Sua análise também foi feita através da concentração de metal por quilo do alimento, e resultou em $0,002 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio, que está dentro dos limites estipulados pela Anvisa, e de $0,113 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, ultrapassando o limite permitido de $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$. Os autores associam as concentrações obtidas de metais ao uso de fertilizantes orgânicos.

Lima *et al.* (2019) apresentou um trabalho focado no estudo do cádmio e do mercúrio em quatro diferentes plantações de tomate localizados no noroeste do Rio

de Janeiro, onde foram analisados são só o fruto, como o solo, raízes e folhas e, infelizmente, apresentou uma concentração de $1,93 \text{ mg.kg}^{-1}$ em seus frutos, o que é muito acima do limite permitido, sendo encontrado concentrações até cinco vezes maiores que o mercúrio.

Segundo França *et al.* (2017), a amplificação de centros urbanos e aumento na utilização de veículos industriais e automotivos causou uma alteração em áreas próximas a plantações de alface no Pernambuco, onde foram analisados a concentração de cobre, chumbo, cádmio, níquel e zinco no solo e em amostras de alface. Nas amostras de alface, foram encontradas concentrações abaixo do limite de detecção, que são em torno de $0,01 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio e $0,06 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, que estão dentro dos limites permitidos e cerca de $4,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre, que só traria risco quando consumidos 1,95 kg de alface diários.

Já Nacano *et al.* (2014) estudou a exposição de alunos de escolas em Ribeirão Preto, São Paulo, ao arsênio, cádmio e chumbo em algumas amostras de alimentos consumidos diariamente nas escolas, como arroz, feijão, vegetais, frutas e carnes. Foram encontradas amostras de vegetais com concentrações de $0,0246 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio e $0,023 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, apresentando níveis seguros para o consumo.

Já Dala-Paula *et al.* (2018) analisou os níveis de cobre, cádmio e chumbo em plantações de alface em jardins urbanos em Belo Horizonte, Minas Gerais. Foram encontradas cerca de $0,0115 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio e $0,0545 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, que são seguros para o consumo e $0,61 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre, que só traria risco quando consumido 14,7 kg de alface todos os dias.

Em D'arc de Carvalho, *et al.* (2020), o foco é a comparação entre a agricultura orgânica e convencional através da análise de traços de cádmio em algumas hortaliças, que resultou em $0,081 \text{ mg.kg}^{-1}$ na alface orgânica que está dentro dos limites permitidos, e $0,155 \text{ mg.kg}^{-1}$ na alface convencional ultrapassa muito o limite aceitável.

Em de Souza Araújo *et al.* (2014), é apresentado o estudo de resíduos em alface, pimentão e tomate adquiridos no Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco (CEASA/PE), analisando cobre, cromo, ferro, potássio, manganês, magnésio, sódio, zinco, cádmio, níquel e chumbo em uma análise de multirresíduos e

surpreendentemente, a maior quantidade de contaminação por resíduos de agrotóxicos foi encontrada em pimentões convencionais e tomates orgânicos. Foram encontrados na alface convencional $0,085 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio, inferior ao valor permitido, $1,22 \text{ mg.kg}^{-1}$ de ferro, superior ao valor permitido se consumido 28,12 kg, $0,32 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, que está bem abaixo do valor permitido e $0,295 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre, que estaria acima só ao consumir 30,4 kg diários. Na alface orgânica $0,084 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio, inferior ao valor permitido, $4,91 \text{ mg.kg}^{-1}$ de ferro, superior ao valor permitido se consumido 6,98 kg, $0,027 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, que está acima do valor permitido e $0,867 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre, que estaria acima só ao consumir 10,35 kg diários. No tomate orgânica e convencional também foram encontrados, respectivamente, $0,059 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,215 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio, $3,778 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $3,789 \text{ mg.kg}^{-1}$ de ferro, $0,215 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,220 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo e $0,039 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,038 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre, sendo os valores de cádmio no tomate convencional e de chumbo no orgânico e no convencional bem maiores que o limite estabelecido e sendo consumido pouco mais de 9 kg de tomate para contaminação por ferro e mais de 230 kg para contaminação por cobre. Da mesma forma foram encontrados no pimentão orgânico e convencional, respectivamente, $0,07 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,07 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio, que estão abaixo do limite estabelecido, $1,83 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $4,14 \text{ mg.kg}^{-1}$ de ferro, que superariam o limite de consumo com 18,75 kg e 8,28 kg de pimentão, $0,18 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,18 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, que está bem acima do limite e $0,45 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $0,66 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre, que traria problemas ao consumir 19,9 kg e 13,6 kg.

Em Guerra et al. (2011), os autores exploraram as concentrações de cádmio, níquel, chumbo, cobalto e cromo nos alimentos mais consumidos em São Paulo, entre eles a alface, tomate e pimentão. Essas análises resultaram no encontro de $0,22 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio e $0,44 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo na alface, $1,38 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio e $0,21 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo no tomate e $0,28 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cádmio e $0,16 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo no pimentão, todos valores superiores ao limite permitido.

Em Mancarella et al. (2016), foram analisadas amostras de alface em jardins próximos a rodovias em Recife no Pernambuco em uma análise de diversos elementos, entre eles cobre, chumbo e cádmio, onde foram encontrados,

respectivamente, $2,43 \text{ mg.kg}^{-1}$ de chumbo, $11,62 \text{ mg.kg}^{-1}$ de cobre e o cádmio não alcançou o limite de detecção necessário.

Em Sousa et al. (2017), os autores buscam analisar contaminantes de solo que apresentem riscos para o consumo humano em Serra Pelada, no Pará. Neste trabalho os autores analisam em grande parte o solo da área e também apresentam os dados obtidos sobre cádmio, chumbo e cobre encontrados no tomate plantado na região, onde não cádmio e chumbo não alcançaram o limite de detecção e o cobre só traria malefícios ao consumir 4,48 kg de tomate em um dia.

Considerando os limites máximos de concentrações de cádmio e chumbo estabelecidos pela RDC nº 42/2013 que são de 0,10 mg/kg em hortaliças leguminosas e o consumo máximo diários de $34,31 \text{ mg.dia}^{-1}$ de ferro e $8,97 \text{ mg.dia}^{-1}$ de cobre, apenas 5 dos 10 artigos apresentados nas Tabelas 3-5 tiveram valores adequados como previsto em lei.

CONCLUSÕES

Os limites máximos de concentrações de cádmio e chumbo estabelecidos pela RDC nº 42/2013 é de 0,10 mg/kg em hortaliças leguminosas e ferro e cobre, segundo a Anvisa, não podem superar um consumo diários de, respectivamente, $34,31 \text{ mg.dia}^{-1}$ e $8,97 \text{ mg.dia}^{-1}$, o consumo superior a esses valores estipulados geram um acúmulo de metais pesados no corpo humano o que gera uma série de problemas de saúde, como danos ao cérebro, pois o organismo não é capaz de sintetizá-los. A presente revisão demonstrou o impacto de alimentos contaminados por cádmio e chumbo no Brasil. É de suma importância que mais estudos sejam realizados para a melhor compreensão do assunto e assim conhecer as estratégias que evitem a contaminação ou suas consequências causadas pelo cádmio, destacando que 50% dos artigos estudados neste trabalho apresentaram concentrações superiores ao recomendado pelo Ministério da Saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- BERTOLI, A, et al. Assessment Of Toxicity of Cadmium and Lead in Tomato. **Eclética Química**, v. 37, p. 23-29, 2012.
- CARVALHO, M. et al. New insights about cadmium impacts on tomato: plant acclimation, nutritional changes, fruit quality and yield. **Food and Energy Security**, v. 7, n. 2, p. e00131, 2018.
- D'ARC DE CARVALHO, G. et al. Cádmiio em hortaliças: comparando agricultura orgânica e convencional. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 35-60, 2020.
- DALA-PAULA, B. et al. Cadmium, copper and lead levels in different cultivars of lettuce and soil from urban agriculture. **Environmental pollution**, v. 242, p. 383-389, 2018.
- DE SOUSA, F. et al. Lead and cadmium transfer factors and the contamination of tomato fruits (*Solanum lycopersicum*) in a tropical mountain agroecosystem. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 105, n. 2, p. 325-331, 2020.
- DE SOUZA, Edna Santos et al. Assessment of risk to human health from simultaneous exposure to multiple contaminants in an artisanal gold mine in Serra Pelada, Pará, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 576, p. 683-695, 2017. %20era%20segura. Acesso em: 21. out. 2021.
- FRANÇA, F. et al. Heavy metals deposited in the culture of lettuce (*Lactuca sativa* L.) by the influence of vehicular traffic in Pernambuco, Brazil. **Food chemistry**, v. 215, p. 171-176, 2017.
- GUERRA, Fernando et al. Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. **Scientia Agricola**, v. 69, p. 54-60, 2012.
- HARTKE, S. et al. Cadmium accumulation in tomato cultivars and its effect on expression of metal transport-related genes. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 90, n. 2, p. 227-232, 2013.
- IGWE, JC; NNORM, IC; GBARUKO, BC Cinética de radionuclídeos e comportamento de metais pesados em solos: implicações para o crescimento das plantas. *African Journal of Biotechnology* , v. 4, n. 13, 2005.
- LEAO, D. et al. Simultaneous determination of cadmium, iron and tin in canned foods using high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Talanta**, v. 153, p. 45-50, 2016.
- LIMA, C. et al. Bioconcentration and translocation of Cd and Hg in a tomato (*Solanum lycopersicum*) from cultivated soils in southeastern Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, n. 2, p. 103, 2019.
- MAGNA, G. et al. Avaliação da exposição ao Pb e Cd em crianças de 0 a 17 anos por consumo de alimentos vegetais cultivados em solos contaminados no município de Santo Amaro (BA). **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 19, n. SPE, p. 3-12, 2014.

MANCARELLA, Silvia et al. Antimony accumulation risk in lettuce grown in Brazilian urban gardens. **Eqa-International Journal of Environmental Quality**, v. 20, p. 35-47, 2016.

Ministério da Saúde. Justificativas para os limites mínimos e máximos de nutrientes, substâncias bioativas e enzimas da proposta regulatória de suplementos alimentares. Gerência-Geral de Alimentos, 2018. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/Justificativa_Limites_Suplementos+-+CP+457-2017/ac372a4a-43ba-4721-bf3c-bd3c1ce60f81#:~:text=O%20limite%20m%C3%A1ximo%20desta%20subst%C3%A2ncia,proposta%20pelo%20requerente.

Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013. 17f, 2013. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html. Acesso em: 21. out. 2021

NACANO, L. et al. Evaluation of seasonal dietary exposure to arsenic, cadmium and lead in schoolchildren through the analysis of meals served by public schools of Ribeirão Preto, Brazil. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 77, n. 7, p. 367-374, 2014.

PEREIRA, B. et al. Cadmium availability and accumulation by lettuce and rice. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 645-654, 2011.

PIGNATI, W. et al. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 4669-4678, 2014.

PLUTH, T. et al. Pesticide exposure and cancer: an integrative literature review. **Saúde em debate**, v. 43, p. 906-924, 2019.

POZZATTI, M. et al. Determination of cadmium, chromium and copper in vegetables of the Solanaceae family using high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry and direct solid sample analysis. **Analytical Methods**, v. 9, n. 2, p. 329-337, 2017.

ROSA, Kelen Martins. Efeitos adversos da contaminação dos alimentos por metais pesados (cádmio e chumbo) na saúde ambiental e a importância do saneamento de alimentos: o caso de Santo Amaro da Purificação, BA. 2016.

SANTIS SANTIS, Martha et al. Agronomic yield of tomato supplemented with Fe, Cu and Zn microelements. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 10, n. 6, p. 1379-1391, 2019.

SONMEZ, S. et al. High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. **Scientia Agricola**, v. 63, p. 213-218, 2006.



TELLEZ-PLAZA, M. et al. Cadmium exposure and all-cause and cardiovascular mortality in the US general population. **Environmental health perspectives**, v. 120, n. 7, p. 1017-1022, 2012.