

Contaminação química de alimentos vegetais e a saúde: Agricultura convencional x orgânica

Andressa da Silva Muniz

Graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ),
pesquisadora na área de alimentação, saúde e ética animal

✉ andressa.smuniz@gmail.com

Larissa de Oliveira Aragão

Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.
Pesquisadora em produção e desperdício de alimentos

Simone Lorena Quitério de Souza

Doutora em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro,
pesquisadora na área de contaminantes ambientais

Recebido em 24 de maio de 2021

Aceito em 5 de dezembro de 2022

Resumo:

Frente à crise climática e ao crescimento populacional, o sistema de produção alimentar tem sido amplamente debatido e, até mesmo, repensado nas últimas décadas. A procura por formas mais sustentáveis de produzir alimentos e a preocupação com a saúde levou a uma crescente demanda pelo consumo de alimentos cultivados de forma orgânica em relação aos alimentos produzidos através da agricultura convencional, que utiliza livremente pesticidas e fertilizantes sintéticos. O método de cultivo utilizado impacta diretamente na saúde dos trabalhadores rurais e dos consumidores finais. A ingestão de alimentos contaminados por fontes agroquímicas pode levar ao desenvolvimento de câncer e danos aos sistemas endócrino, nervoso e respiratório, dentre outros. O objetivo deste estudo é discutir a contaminação química de alimentos em dois modelos distintos de produção: convencional e orgânico, através do levantamento de dados bibliográficos de pesquisas conduzidas no Brasil. Como resultados, foram encontrados contaminantes químicos mesmo em sistemas que são vistos como mais seguros, assim como a presença de agrotóxicos que são proibidos para determinadas culturas, evidenciando a importância da conscientização quanto aos riscos à saúde pela exposição a esses compostos, além da identificação de sintomas associados à intoxicação, principalmente por parte dos trabalhadores rurais. Mediante o exposto, é fundamental que haja um trabalho de Educação Ambiental destinado aos que lidam diretamente com a produção alimentar, em que as minorias são de alta importância no processo, cabendo especial atenção aos indivíduos com baixa ou nenhuma escolaridade, tangendo instruções/meios adequados para um manejo correto de compostos como agrotóxicos.

Palavras-chave: Contaminação de alimentos; Agricultura orgânica; Metais traço; Agroquímicos; Promoção da Saúde; Educação Ambiental.

Chemical contamination of Food and Health: conventional vs. organic agriculture

Abstract:

In the face of climate crisis and population growth, food production system have been widely debated and even rethought in recent decades. The search for a sustainable food production and health concerns led to an increasing demand for organically grown food compared to food produced through conventional agriculture, which freely uses pesticides and synthetic fertilizers. The agriculture method chosen for a crop directly impacts rural workers and final consumers' health. Intake of food contaminated by agrochemical sources can lead to cancer and damage to endocrine, nervous and respiratory systems, among others risks to human health. The purpose of this study is to discuss the chemical contamination of food in two different production models: conventional and organic, through bibliographic review of researches conducted in Brazil. As a result, chemical contaminants have been found even in systems considerate safer, as well as the presence of banned pesticides for some cultures, highlighting the importance of awareness of the risks of exposure to these compounds, in addition to the identification of intoxication symptoms mainly by rural workers. Therefore, it is essential to promote an Environmental Education work intended especially for rural workers in a scenario which minorities are of high importance, with special attention to people with little or no schooling, through promotion of instructions/means for the correct handling of compounds such as pesticides.

Keywords: Food contamination; Organic agriculture; Trace metals; Agrochemicals; Health promotion; Environmental Education.

Contaminación química de los vegetales y salud: La agricultura convencional frente a la ecológica

Resumen:

Ante la crisis climática y el crecimiento demográfico, el sistema de producción de alimentos ha sido ampliamente debatido e inclusive replanteado en las últimas décadas. La búsqueda de formas más sostenibles de producir alimentos y la creciente preocupación por la salud ha hecho que crezca la demanda de consumo de alimentos de cultivo ecológico frente a los producidos mediante la agricultura convencional, que utiliza pesticidas y fertilizantes sintéticos libremente. El método de cultivo utilizado repercute tanto en la salud de los trabajadores agrícolas como en la de los consumidores, siendo los trabajadores rurales los más expuestos y vulnerables. Consumir alimentos contaminados por agroquímicos puede provocar la aparición y el desarrollo de diferentes tipos de cáncer, intoxicación, como así también daños a los sistemas endocrino, nervioso y respiratorio (entre otros). El objetivo de este estudio es discutir la contaminación química de los alimentos en los dos diferentes modelos de producción: el convencional y el orgánico, a través del relevamiento de datos bibliográficos y de investigaciones realizadas en Brasil. Como resultado, se encontraron contaminantes químicos inclusive en los sistemas convencionales considerados los más seguros. Fueron hallados diferentes plaguicidas prohibidos para determinados cultivos, lo que pone de manifiesto la importancia de concientizar sobre los daños a la salud. Por todo lo anteriormente mencionado, es fundamental que exista un plan de desarrollo de Educación Ambiental con el objetivo de capacitar específicamente a los involucrados en la producción, con foco especial en las personas con baja o nula escolaridad, para que sean conscientes a la hora de la manipulación y utilización de los diferentes compuestos químicos.

Palabras clave: Contaminación de los alimentos; Agricultura ecológica; Agroquímicos; Cuidado de la salud; Educación ambiental.

INTRODUÇÃO

A intensificação de questões alimentares, envolvendo o sistema de produção, relações de consumo e segurança alimentar e nutricional têm promovido esforços que abrangem a sustentabilidade ambiental e resolução de questões econômicas e sociais do sistema agroalimentar (IPCC, 2019). A Agenda 2030 é um plano de ação para o desenvolvimento sustentável estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) e adotado por 193 países desenvolvidos e em desenvolvimento ao redor do mundo. Notadamente, entre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que compõem a Agenda 2030, nos ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 12 (Consumo e produção sustentável) evidencia-se uma cooperação global para o alcance de soluções associadas à temática alimentar (Assembleia Geral da ONU, 2015).

Nesse contexto, a utilização de insumos químicos na agricultura convencional, como pesticidas e fertilizantes e a consequente contaminação dos alimentos por esses produtos vêm sendo extensamente discutida na literatura (CARVALHO, 2017; GUPTA *et al.*, 2019; LOPES e ALBUQUERQUE, 2021). Desse modo, em um levantamento realizado no ano de 2021, Matias *et.al* (2021) apontaram que, no intervalo entre 2009 e 2019, os ingredientes ativos mais vendidos no Brasil foram o glifosato; 2,4D e atrazina, ocupando os primeiros lugares; em seguida estariam acefato, mancozebe, clorotalonil, malationa, clorpirifós, enxofre e dicloreto de paraquate.

Em 1962, a bióloga e ecologista Rachel Carson já alertava para o uso indiscriminado de pesticidas e seus efeitos no meio ambiente e no corpo humano, em sua famosa obra *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) (CARSON, 2010; DE SOUZA e MARTINS, 2020; RIBEIRO e JAIME e VENTURA, 2017). Nos anos seguintes, a crescente percepção sobre a dimensão dos impactos produzidos pela agricultura moderna tradicional impulsionou movimentos centrados em uma forma mais sustentável de produzir alimentos. Dentre esses, estava a agricultura orgânica, que nos dias atuais têm atraído cada vez mais a atenção de consumidores.

Para Gomiero (2018) a agricultura orgânica é caracterizada por “uma abordagem ecológica da agricultura e pela proibição do uso de fertilizantes sintéticos e pesticidas”. Na agricultura orgânica utilizam-se práticas que têm como objetivo extrair o máximo proveito de ciclos ecológicos e biológicos naturais para o controle de pragas e enriquecimento do solo, como rotação de culturas, cobertura do solo e policultura (MULLER, 2017). Por esse mesmo motivo, o modelo de agricultura orgânica é considerado menos agressivo ao meio ambiente

e à saúde humana frente ao modelo tradicional, que utiliza livremente pesticidas e fertilizantes sintéticos (GOMIERO, 2018).

Contaminação, conforme Jorge *et al.* (2019) significa qualquer matéria estranha que não é natural do alimento, podendo ocorrer de forma biológica (através de microrganismos), de forma física (como cabelos) e química (como produtos de limpeza e particularmente, metais e agrotóxicos). No que tange a contaminação por metais e agrotóxicos, Ribeiro *et al.* (2021) abordam a crescente preocupação da sociedade contemporânea quanto aos impactos de longo prazo, uma vez que são difíceis de serem mensurados de forma precoce, resultando assim no aumento pela demanda de alimentos vegetais de qualidade e segurança garantidos.

A contaminação dos alimentos por agroquímicos não acontece apenas pela deposição direta de resíduos. Esses produtos contaminam o meio ambiente e podem chegar aos alimentos através da água e do solo. Além disso, alguns agrotóxicos e fertilizantes com metais em sua composição são fontes de contaminação dos alimentos por esses elementos (GUPTA *et al.*, 2019). Quando introduzidos nos alimentos via solo, esses metais são absorvidos pelas raízes do vegetal e posteriormente transportados para partes comestíveis (MENG *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2016). Outras fontes antropogênicas da contaminação de metais nos alimentos são: poluição por emissões industriais, disposição de resíduos sólidos e mineração (GUPTA *et al.*, 2019).

Estudos evidenciaram que resíduos de agroquímicos encontrados em alimentos orgânicos são significativamente menores (em quantidade e toxicidade) do que os encontrados em alimentos cultivados de modo convencional (BARÁNSKI *et al.*, 2014; EFSA, 2016; GOMIERO, 2018). Já em relação à contaminação por metais traço, alguns estudos não têm demonstrado diferenças significativas entre os dois modelos de cultivo. (KREJČOVÁ *et al.*, 2016; BARÁNSKI *et al.*, 2014; GOMIERO, 2018). No entanto, Hattab *et al.* (2019) constatou em seus estudos que os metais traço em alface e tomate, foram encontrados em maior concentração na agricultura convencional quando comparado a orgânica.

Portanto, o objetivo desse artigo é apresentar uma breve revisão teórica de estudos realizados no Brasil sobre a contaminação de alimentos (vegetais), restrita a fontes agroquímicas, comparando os resultados encontrados entre dois modelos de agricultura distintos: convencional e orgânico, assim como seus possíveis efeitos toxicológicos à saúde.

No entanto, é importante destacar que condições perfeitas para comparar alimentos orgânicos e tradicionais envolveriam condições idênticas de clima, cultivo, crescimento e proximidade entre os locais de plantio, por exemplo (RAHMAN *et al.*, 2021). Por isso, cada estudo sofre influência de diversas variáveis e condições para além do modelo de cultivo, que podem ser traduzidas nos resultados obtidos e, portanto, devem ser levadas em consideração.

REFERENCIAL TEÓRICO

Contaminação e Toxicidade em Alimentos

Frutas e hortaliças são um importante constituinte da dieta humana. Enquanto fonte de fibras, vitaminas e minerais, recomenda-se a ingestão diária desses alimentos. Estudos epidemiológicos, toxicológicos e nutricionais sugeriram uma associação entre consumo de frutas e hortaliças e menor incidência de doenças crônicas, como problemas cardíacos como câncer, diabetes e doença de Alzheimer (DEL RÍO-CELESTINO e FONT, 2020).

As concentrações naturais de metais em vegetais são muito baixas e, portanto, não apresentam risco à saúde humana. No entanto, a partir de atividades antropogênicas as concentrações de metais tóxicos nesses vegetais podem passar a ser muito altas (KHAN *et al.*, 2018). Consequentemente, um alimento com a premissa de ser benéfico à saúde pode tornar-se na verdade, prejudicial. Por isso, monitorar a contaminação por metais traços em alimentos é muito importante tanto para alertar a população como para direcionar ações reguladoras e interventivas.

Santos *et al.* (2020) avaliaram a qualidade nutricional e teores de contaminantes em plantas de *alface cv. Crespa* cultivadas em sistemas agroecológicos e convencionais, no período de julho a dezembro de 2017 onde foram analisadas a composição nutricional, ingestão média diária (IMD), teores de metais pesados e nitratos. Como resultado, as plantas de alface sob cultivo agroecológico apresentaram valores de nitrogênio, potássio, ferro e cobre respectivamente maiores que a alface sob cultivo convencional, comprovando que os

sistemas agroecológicos¹ contribuem para a produção de plantas de alface com melhor qualidade nutricional.

Após a Revolução Industrial, o cultivo tradicional foi deixado de lado, dando início ao modelo de agricultura convencional, que entre outras coisas, incentiva o melhoramento de sementes através da transgenia, o uso dos agrotóxicos em larga escala e monocultura – o papel principal deixou de ser a produção de alimentos e passou a ter como foco a maximização de lucros (PEIXOTO e EÇA, 2017). Além da eliminação de pragas e de seus inimigos naturais, adquire-se uma dependência aos agrotóxicos, que resulta em pragas com maior resistência, sendo necessário cada vez mais intensificar a aplicação e frequência de substituição desses agrotóxicos (PEREIRA e DOS SANTOS, 2020). Em contrapartida, a agricultura orgânica, motivada pela preocupação com a saúde da população, dentre outras questões ambientais, surge em 1980, com um sistema de produção que visa evitar ou excluir o uso de pesticidas, fertilizantes sintéticos, reguladores de crescimento e aditivos para a alimentação animal compostos sinteticamente (PEIXOTO e EÇA, 2017).

Agrotóxicos

A crescente lista de pesticidas permitidos no Brasil vem se dando sob a alegação da maior necessidade de produção de alimentos. Entretanto, existe o alerta quanto ao fato de a legislação brasileira se encontrar cada vez mais permissiva, ao contemplar contemplando agrotóxicos que são proibidos em outros países, justamente pela comprovação de seus malefícios a saúde, que incluem danos irreversíveis como câncer e danos aos sistemas endócrino, nervoso e respiratório, além de serem capazes de passar para o leite materno. Junto a este cenário, temos atualmente em torno de 80% dos agrotóxicos autorizados no Brasil que não têm permissão de uso em pelo menos três países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que inclui países como Alemanha, Suíça, Turquia e outros (DA SILVA et al., 2020; FRIEDRICH et al., 2021).

Ao tratar sobre toxicologia, Gilson *et al.* (2020) discutem o aparente retrocesso frente às mudanças na nova classificação toxicológica, na qual foram avaliados 1.942 produtos pela Anvisa (Tabela 1), onde 1.924 dos agrotóxicos registrados no Brasil foram reclassificados,

¹ O sistema agroecológico é baseado na transformação dos sistemas agrícolas por meio do manejo sustentável, com o objetivo de proporcionar a produção de alimentos saudáveis, a conservação do meio ambiente, o reaproveitamento de resíduos orgânicos, aumento da matéria orgânica do solo, da produtividade e equilíbrio nutricional das plantas (DOS SANTOS et al., 2020).

deixando a categoria Extremamente Tóxico, e sendo redistribuídos, desde “Altamente Tóxico” até “Improvável de Causar Dano Agudo”. Além disso, 16 produtos não tiveram seus dados informados e para 2 deles, o processo matriz não foi localizado.

Tabela 1 – Diferenças entre as classificações toxicológicas

Classificação Anterior		Reclassificação (2019 -2020)	
Categoria	Produtos	Categoria	Produtos
I – Extremamente Tóxico	678	I – Extremamente Tóxico	43
II – Altamente Tóxico	29	II – Altamente Tóxico	79 (+50)*
III – Moderadamente Tóxico	67	III – Moderadamente Tóxico	136 (+69)*
IV – Pouco Tóxico	327	IV – Pouco Tóxico	599 (+272)*
-	-	V- Improvável de Causar Dano Agudo	899 (+244)*
-	-	Não Classificado	168

* Os itens entre parênteses correspondem ao número de produtos que saíram da categoria Extremamente Tóxico e foram realocados para novas categorias.

Fonte: Adaptada de Gilson *et al.*, (2020).

Segundo dados da Anvisa, a reclassificação surge como sendo um novo marco regulatório do setor, ao adotar os parâmetros do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals – GHS*), já implantados entre os países da União Européia, Ásia e outros, visando a externalização dos produtos brasileiros (BRASIL, 2019). Além da inclusão de mais uma categoria, a nova classificação contempla também o item “Não Classificado”, que foi destinada a produtos que se apresentariam como sendo de “baixíssimo potencial de dano” (grifo dos autores).

Na contramão das flexibilizações, existe a falta de dados em relação a porcentagem de alimentos contaminados por agrotóxicos, nos quais os últimos datam o ano de 2015, em que a porcentagem de contaminação estava em 70%. Cabe salientar que não apenas a população consumidora é afetada por agrotóxicos, e mesmo que o esperado seja que os trabalhadores rurais sejam os mais afetados pelo contato direto com agrotóxicos, estes têm a capacidade de dispersão pelo ar, pela água e pelo solo de maneira intensa, contaminando também qualquer indivíduo que de alguma forma se expõem ao produto e/ou local de utilização (GILSON *et al.*, 2020; BORTOLOTTI *et al.*, 2020).

Desse modo, em um estudo realizado no Mato Grosso, entre 2016 e 2017, de 4.751 indivíduos, 60,4% apresentaram algum relato de morbidade, em que para essa porcentagem, 11% dos casos correspondem a casos de doença respiratória, 10,6% de hipertensão arterial e

8,9% de intoxicação aguda por agrotóxicos, sendo as vias inalatória e ocular as mais citadas e a predominância da ocorrência no local de trabalho. Houve também relatos de transtornos psicológicos, problemas renais, casos de neoplasias e malformações, além de tentativas e casos concretos de suicídio. Em muitos municípios como o de Crisópolis (BA), a exposição insegura é devida a baixa adesão à utilização de EPI's, assim como a falta de orientações dos comerciantes aos consumidores, implicando no maior risco de exposição e intoxicação desse trabalhador rural. E infelizmente, apesar de ser alto o índice de contaminação dos trabalhadores rurais, a notificação e investigação acerca das contaminações são ainda precárias (PIGNATI *et al.*, 2022; DE SOUZA *et al.*, 2022).

Fertilizantes

A fertilização tem como objetivo fornecer nutrientes necessários para o crescimento e rendimento máximo de culturas. Os fertilizantes podem ser orgânicos e inorgânicos e em ambos os casos: naturais ou sintéticos. Entretanto, na agricultura orgânica, fertilizantes de origem sintética não são utilizados (GOMIERO, 2018).

Em geral, a aplicação de fertilizantes orgânicos é melhor para a qualidade do solo e segurança alimentar do que os fertilizantes inorgânicos. No entanto, em ambos os casos as concentrações de metais traço são altas, acumulando-se no solo (GONG, 2018). A acumulação dos metais em vegetais depende de diversos fatores. No entanto, os fatores de maior influência estão relacionados às propriedades físico-químicas e biológicas do solo (GUPTA *et al.*, 2019).

A acumulação de metais traço pela fertilização orgânica está relacionada a presença de metais como zinco (Zn), cádmio (Cd), arsênio (As) e cobre (Cu) na alimentação animal. Já os fertilizantes químicos contaminam o solo com metais potencialmente tóxicos como Cd, chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) e no caso dos fosfatados acrescenta-se a contaminação por As (SAKIZADEH, FARAJI, POURAGHNIYAYI, 2016; WAJID, 2020).

Atualmente, os fertilizantes fosfatados são os mais utilizados, uma vez que o Fósforo é considerado um nutriente essencial para o crescimento e bom desenvolvimento de culturas. Os metais traço Cd, Pb, As, Cr e Zn estão contidos nesses fertilizantes fosfatados (GUPTA *et al.*, 2019). A ingestão desses metais através de vegetais contaminados, quando excedem os níveis limite de segurança especificados, pode causar danos severos à saúde humana, de curto ou longo prazo, como distúrbios cardiovasculares, dano neuronal, lesões renais e risco de câncer

e diabetes. Órgãos como fígado, pulmão e o sistema reprodutor também podem ser afetados (KUMAR *et al.*, 2019; MOURO *et al.*, 2019; REHMAN *et al.*, 2018).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata de uma revisão integrativa de trabalhos realizados no Brasil, que buscou comparar dados de contaminação por agrotóxicos e metais entre a agricultura convencional e orgânica. Tal comparação se deu pelo aumento da demanda que os alimentos orgânicos têm tido, principalmente em função dos consumidores acreditarem se tratar de produtos mais saudáveis, livres de contaminantes. Foi utilizado para o levantamento o buscador *Google* acadêmico, possuindo como critério de exclusão artigos publicados antes de 2018, assim como artigos cuja os resultados se davam em termos de contaminação microbiológica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os mecanismos de busca, poucos são os trabalhos que fazem a comparação fidedigna entre agricultura convencional *versus* orgânica, considerando o ponto de vista toxicológico, já que a agricultura orgânica costuma ser vista como isenta de contaminantes. Entretanto, resultados consideráveis foram encontrados (Tabela 2, página seguinte), em que, para cultivos orgânicos foram encontrados contaminantes como metais e agrotóxicos, ao ponto que para cultivos convencionais, foram encontrados agrotóxicos proibidos no Brasil e para determinadas culturas.

Ribeiro *et al.* (2021) descreveram e avaliaram os resultados da análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais oriundos de cultivo convencional e coletados durante os anos de 2013 e 2017 pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) no estado de Minas Gerais, Brasil. 62,3 % das amostras analisadas apresentaram resíduos de agrotóxicos, nas quais 21,6 % foram rejeitadas por apresentarem princípio ativo não autorizado, 3 % continham agrotóxicos acima dos limites máximos de resíduos e 2 % foram reprovadas em ambos os parâmetros. Além disso, 5,8 % das amostras insatisfatórias apresentaram agrotóxicos cujo uso é proibido no país (RIBEIRO *et al.*, 2021).

Tabela 2 – Revisão integrativa a partir do objeto de estudo

Gênero Alimentício Investigado	Resultados	Região	Referência
Frutas; raízes, tubérculos e bulbos; cereais e leguminosas; hortaliças não folhosas; hortaliças folhosas.	As hortaliças não folhosas e as frutas foram as categorias com maior número de reprovações; Os resíduos de agrotóxicos mais presente foram dos ativos: Carbendazim, Ditiocarbamatos e Acefato	Belo Horizonte (MG)	Ribeiro et al, 2021
Tomate	Presença dos agrotóxicos Azoxistrobina e Carbendazim, que não são autorizados pela ANVISA para o plantio de tomate.	Tanguá, São Gonçalo, Trajano de Moraes e Três Picos (RJ)	Mazzei et al, 2021
Mandioca	Valores dos metais Cu, Zn, Cr, Co, Pb e Cd acima do esperado como referência em vegetais.	Santa Cruz (RJ)	Flores et al, 2019
Soja, milho, cana de açúcar e feijão	Mercurio com valores acima do estabelecido; culturas de soja e milho com as maiores concentrações de metais pesados.	Pedro Afonso, Santa Rosa, Monte do Carmo e Porto Nacional (TO)	Ramos et al, 2020
Farinha de mandioca	Deteção de Pb na farinha de mandioca produzida por ribeirinhos	Tapajós (PA)	Maciel, 2019

Fonte: Autores (2022).

No estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2021), para 5,8 % das amostras contaminadas com agrotóxicos proibidos, houve um aumento em seis vezes com relação ao PARA anterior, que apresentou apenas 0,9 % das amostras com ativos proibidos, sendo os maiores percentuais de reprovação correspondentes a: 32,1 % para goiaba e 21,1 % para morango; para as hortaliças não folhosas os resultados foram: pimentão (60 %), pepino (40 %), abobrinha (40 %) e tomate (24,2 %). Além disso, os ativos proibidos encontrados na pesquisa foram responsáveis por 22,6 % das detecções de resíduos de NPC (Não Permitido para a Cultura). De forma expressiva, os resíduos de agrotóxicos mais presentes foram dos ativos: Carbendazim, Ditiocarbamatos e Acefato. Um ponto de alerta dos autores foi o fato de, embora sejam os agrotóxicos mais comercializados no país, o programa não analisou a presença de Glifosato, 2,4-D e Maconzeb no período anterior a 2017 (RIBEIRO *et al.*, 2021).

Outro ponto que merece atenção em relação aos herbicidas à base de Glifosato ($C_3H_8NO_5P$), como demonstrado por Defarge *et al.* (2018) é o fato das avaliações regulatórias atuais dos herbicidas mais utilizados no mundo estarem incorretas, indicando que estes contêm componentes, como o Arsênio, em sua composição. Para o 2,4-D, Pereira e Dos Santos (2020) apontam que o referido herbicida foi colocado para reavaliação pela ANVISA em 2016, no qual os autores apontam que nos estudos de 2019 realizados por Melgarejo e Gurgel haviam sido demonstrados danos genotóxicos, distúrbios hormonais e reprodutivos em seres humanos. Entretanto, esses estudos foram desconsiderados e apenas restrições foram colocadas em algumas formas de aplicação, mesmo o referido sendo classificado como possivelmente carcinogênico para seres humanos (Grupo 2B) pela IARC do ano de 2015. O parecer brasileiro foi dado apenas com base nos testes e análises apresentados pelas próprias empresas fabricantes.

Em seu estudo, Mazzei *et al.* (2021) realizaram a comparação dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em solos dos plantios de tomate convencional, sustentável² e orgânico, na quais as amostras de solo foram coletadas em regiões representativas de cultivo de tomates no Estado do Rio de Janeiro. Em uma das áreas reservadas ao plantio orgânico, foram encontradas concentrações dos agrotóxicos no solo e nos frutos, que por se apresentarem em níveis muito baixos, os autores consideraram como sendo residuais de cultivos antigos. Para as áreas de cultivo convencional, o fator preocupante foi a presença dos agrotóxicos Azoxibrotina e Carbendazim, já que ambos não estão autorizados pela ANVISA para a aplicação em plantio de tomate. De forma geral, todas as amostras analisadas apresentaram concentrações de agrotóxicos, ainda que permitidas pelas monografias da ANVISA.

Considerando que os trabalhos de Ribeiro *et al.* e Mazzei *et al.* abordaram a presença do princípio ativo Carbendazim, é de grande valia o destaque do mesmo. Com aplicações permitidas para as culturas de algodão, citros, feijão, maçã, milho, soja, arroz e trigo, é um fungicida de classificação toxicológica Classe III - Moderadamente tóxico (Brasil, 2019). Em 2012, o Carbendazim ganhou notoriedade internacional quando os Estados Unidos da América

² O plantio sustentável tem como base de produção as Boas Práticas Agrícolas, que agregam a conservação do solo e da água no conceito do sistema de plantio direto de grãos, o uso eficiente de insumos adubos químicos via irrigação por gotejamento e o Manejo Integrado, que para a cultura do tomate, inclui a proteção física dos frutos através do envolvimento das pencas com sacos de papel. Com isso, as aplicações de agrotóxicos são reduzidas, possibilitando a obtenção de um fruto sem resíduos de agrotóxico e, assim, agregar valor ao produto (MAZZEI *et al.*, 2021).

(EUA) proibiram as importações do suco de laranja brasileiro em função da presença do ativo, uma vez que a substância é proibida no país. Essa proibição parte dos estudos do *Food and Drug Administration* (FDA), no qual o consumo do fungicida está associado a um aumento no risco de tumores de fígado, sendo recomendável a limitação do uso desta substância, principalmente para os trabalhadores agrícolas. Em função disso, o Carbendazim passará por reavaliação toxicológica a partir de uma nova metodologia de seleção desenvolvida pela Anvisa, devido a suspeitas de mutagenicidade, carcinogenicidade, toxicidade para o desenvolvimento e toxicidade reprodutiva (SILVA; BARROS; PAVÃO, 2014; BRASIL, 2020).

Flores *et al.* (2019) analisaram o solo e as folhas da mandioca cultivadas próximo ao Distrito Industrial de Santa Cruz (RJ), com a finalidade de verificar a presença de metais pesados, e se a mesma poderia ser utilizada como indicador de contaminação. Os resultados indicaram a presença de manganês e molibdênio biodisponível no solo: (Mn – fração trocável: $8,23 \pm 1,45$ ppm e fração ligada a óxidos: $2,66 \pm 0,71$ ppm; Mo – fração trocável: $1,16 \pm 1,61$ ppm e fração ligada a óxidos: $12,52 \pm 3,03$ ppm). Para as folhas, foram encontradas concentrações dos metais muito acima do comparado com a planta de referência, conforme resultados apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Quantificação (ppm) de metais pesados em folhas de mandioca

	Mn	Pb	Zn	Co	Mo	Cd
Planta de Referência (ppm)	200	1	50	0,2	0,5	0,05
Amostras analisadas (ppm)	$509,60 \pm 187,70$	$3,09 \pm 2,61$	$124,30 \pm 22,88$	$0,98 \pm 0,48$	$1,12 \pm 0,21$	$0,31 \pm 0,14$

Fonte: Adaptado de Flores *et al.* (2021).

Desse modo, Flores *et al.* (2019) concluíram que as folhas de mandioca podem ser utilizadas na detecção de metais pesados no ambiente, indicando a contaminação gerada por fontes antropogênicas, devido à proximidade com uma área industrial. Ou seja, embora não se trate de um cultivo orgânico, a localização de um cultivo é fundamental, visto que poluentes podem ser carreados ao ambiente e interferir no mesmo, além da importância de análise prévia de solos para que se possa conhecer e remediar possíveis danos, como no estudo a seguir.

Em alguns municípios do estado de Tocantins, Ramos *et al.* (2020) investigaram os teores dos metais pesados arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e selênio (Se) em solos de áreas agrícolas convencionais, a fim de inferir sobre os níveis de contaminação de solos, apresentando como resultados acima dos valores de Referência de Qualidade : para o cultivo de soja, As ($10,4 \text{ mg Kg}^{-1}$) e Se ($6,0 \text{ mg Kg}^{-1}$); para milho, As ($8,1 \text{ mg Kg}^{-1}$), Hg ($0,5 \text{ mg Kg}^{-1}$) e Se ($4,6 \text{ mg Kg}^{-1}$); cana-de-açúcar e feijão com Hg ($0,4 \text{ mg Kg}^{-1}$) cada. Como fontes de metais pesados no solo agrícola foram atribuídos os usos de fertilizantes orgânicos e inorgânicos (em que os fosfatados têm níveis variáveis de Cd, Cr, Ni, Pb e Zn); atribuiu-se também a calagem, lodo de esgoto, águas de irrigação e pesticidas. Os autores apontam ainda a importância e urgência de que cada estado estabeleça seus valores orientadores, visto que no estudo foram utilizados Valores de Referência de Qualidade do estado de São Paulo e do estado de Minas Gerais, já que o estado do Tocantins não possui estimativa de nenhum destes valores.

Diante do exposto, outro trabalho de suma importância foi de Maciel (2019), que teve por objetivo a análise de possíveis fontes de exposição ambiental e alimentar (farinha de mandioca) por chumbo (Pb), assim como o impacto à saúde de ribeirinhos na região do Tapajós/PA. A farinha de mandioca foi objeto de estudo por ser uma das principais bases da dieta dos ribeirinhos, que produzem, consomem e vendem a farinha.

Entre as possíveis fontes de contribuição de contaminação por Pb se destacam os hábitos de caça e pesca, queima de resíduos doméstico e a extração de galena no Alto Tapajós, que incorpora o metal no solo, sedimento e água, chegando às raízes e a farinha de mandioca. Como resultado, além de impactos ambientais e econômicos, a saúde da população local também é afetada, com incidência de problemas nos rins, neurológicos, cardíacos, pressão arterial, infertilidade, dentre outros (MACIEL, 2019).

Um ponto de fragilidade do sistema apontado por Maciel (2019) foi o fato de não haver na legislação brasileira, padrões de limite do Pb na farinha de mandioca. Em suma, observa-se um sistema de cultivo de povos tradicionais, que a princípio não apresenta uso de agroquímicos, visto por muitos como sendo considerado orgânico, mas que ao final é contaminado por um metal que acarreta graves consequências à saúde, dando uma falsa sensação de segurança alimentar e boa nutrição a quem o consome.

Por fim, evidencia-se a dificuldade em estudos que comparem as formas de contaminação simultaneamente para sistemas orgânicos e convencionais quanto a toxicidade, diferentemente quando a comparação se refere a contaminação microbiológica;

entretanto, os estudos mostraram a importância em se avaliar os determinados contaminantes em questão, sejam agroquímicos ou metais, a fim de que se possa buscar sistemas que sejam menos nocivos à saúde de quem os consome e de quem os produz, contrapondo as falácias levantadas por uma cultura em que o agro é tido como pop e as leis ambientais se encontram cada vez mais brandas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como consideração final aponta-se que, de acordo com os dados apresentados, é possível encontrar determinados contaminantes químicos mesmo em sistemas que são vistos como mais seguros, assim como agrotóxicos que são proibidos para determinadas culturas. Em virtude disso, ao se tratar de soberania alimentar, é necessário que as minorias sejam consideradas com alta importância no processo, englobando comunidades locais, como os ribeirinhos citados, ou trabalhadores rurais que estão diretamente expostos e, portanto, são os mais vulneráveis aos efeitos toxicológicos de agroquímicos utilizados no cultivo convencional.

Por conseguinte, é fundamental que haja um trabalho de Educação Ambiental destinado aos que lidam diretamente com a produção alimentar, visto que muitas vezes esses trabalhadores rurais não recebem instruções ou meios adequados para um manejo correto de determinados compostos, como os agrotóxicos, e para a utilização de equipamentos de proteção individual. Fazendo-se necessária a conscientização quanto aos riscos à saúde pela exposição direta a esses compostos, além da identificação de sintomas associados à intoxicação. Nesse sentido, cabe especial atenção aos indivíduos com baixa ou nenhuma escolaridade, que têm ainda menor acesso às recomendações de uso e segurança desses produtos.

Outro ponto que merece atenção é a ausência de controle de alguns aspectos pela legislação brasileira, seja para estados distintos ou até mesmo em relação ao teor de determinados contaminantes, como por exemplo o chumbo na farinha de mandioca.

Portanto, além de promover a conscientização da população sobre a ingestão de contaminantes químicos e metais traço por alimentos contaminados, esse estudo estimula à discussão sobre modelos alternativos para produção de alimento e o engajamento em

questões globais relacionadas a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável como Segurança Alimentar e Produção Sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) e ao PROCiência/IFRJ.

REFERÊNCIAS

ASSEMBLEIA GERAL DA ONU. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**, A/RES/70/1, 21 October 2015. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 30 mai. 2020.

BARAŃSKI, Marcin et al. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition*, v. 112, n. 5, p. 794-811, 2014.

BORTOLOTO, Caroline Cardozo et al. Exposição a agrotóxicos: estudo de base populacional em zona rural do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia** [online]. v. 23. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-549720200027>>. Acesso em 6 maio 2021.

BRASIL. (2019). **Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos**. Disponível em <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>> Acesso em 11 mar 2021.

BRASIL. (2019). **Monografias de Agrotóxicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/monografias-de-agrotoxicos/monografias-autorizadas/c/4227json-file-1> Acesso em 13 abr 2021.

BRASIL (2020). **Anvisa inicia a reavaliação do Carbendazim**. Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/anvisa-inicia-a-reavaliacao-do-carbendazim> Acesso em 19 abr 2021.

CARSON, R. Primavera Silenciosa. São Paulo: Gaia, 2010. 327p.

CARVALHO, Fernando P. Pesticides, environment, and food safety. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 48-60, 2017.

DEFARGE, N.; DE VENDÔMOIS, J. S; SÉRALINI, G. E. Toxicity of formulants and heavy metals in glyphosate-based herbicides and other pesticides. **Toxicology Reports**. v. 5, p. 156-163, 2018.

DA SILVA, Letícia Taís Marques et al. OS AGROTÓXICOS PERMITIDOS NO BRASIL E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA. **Caderno De Graduação-Ciências Biológicas E Da Saúde-UNIT-ALAGOAS**, v. 6, n. 2, p. 213-213, 2020.

DE SOUZA, Alana Tamires Fernandes; MARTINS, André Ferrer Pinto. Pós-verdade e a potência dos afetos: um resgate da vida e obra de Rachel Carson para um saber sobre ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1147-1172, 2020.

DE SOUZA, Jaciara Pinheiro et al. Comercialização e utilização de agrotóxicos no município de Crisópolis-BA. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e4011326206-e4011326206, 2022.

Contaminação química de alimentos vegetais e a saúde:
Agricultura convencional x orgânica

DOS SANTOS, Alexandra Pereira et al. Qualidade de plantas de alface produzidas sob sistema agroecológico e convencional. **Agricultura Em Foco: Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais**, v. 3, p. 106-124, Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2020.

EFSA (European Food Safety Authority). The 2014 European Union Report on Pesticide Residues in Food. European Food Safety Authority, Parma, Italy (2016). Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4611>

FLORES, Vinicius Ribeiro et al. Quantificação de metais pesados em folhas de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) como potencial indicador de contaminação ambiental. **Episteme Transversalis**, v. 10, n. 3, dez. 2019.

FRIEDRICH, Karen et al. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, 2021.

GILSON, Italo Kael et al. Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49468-49479, 2020

GOMIERO, Tiziano. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: findings and issues. **Applied Soil Ecology**, v. 123, p. 714-728, 2018.

GONG, Qiong et al. Health assessment of trace metal concentrations in organic fertilizer in northern China. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 6, p. 1031, 2019.

GUPTA, Neha et al. Trace elements in soil-vegetables interface: Translocation, bioaccumulation, toxicity and amelioration-A review. **Science of the Total Environment**, v. 651, p. 2927-2942, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718339202?casa_token=2x_vuG2WzUIAAAAA:X3V7Mocm0foPuW4FRL4Yn64Cp1TyPZWv5wsPxXgZ2okztm7NIM0kf7Dq01aFUZU0SxBVIwmBDqo.

IPCC, 2019: **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems** [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2020

JORGE, Brenda; BARBOSA, Raquel Vieira; BUCCIOLI, Paulo. Incidência de contaminação dos alimentos por manipuladores de unidades de alimentação e nutrição comércio ambulantes. **Revista Fafibe Online**, v. 11, n. 1, p. 64-77, 2019.

KHAN, Zafar Iqbal et al. Determination of toxic metals in fruits of *Abelmoschus esculentus* grown in contaminated soils with different irrigation sources by spectroscopic method. **International Journal of Environmental Research**, v. 12, n. 4, p. 503-511, 2018.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00116219, 2021.

MACIEL, Alana Coêlho. **Ocupação da Amazônia, contaminação por chumbo (Pb) e consequências sócioambientais para ribeirinhos: o caso da farinha de mandioca na região do Tapajós, estado do Pará**. 2019. xiii, 101 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

MARTIN, Sabine; GRISWOLD, Wendy. Human health effects of heavy metals. **Environmental Science and Technology briefs for citizens**, v. 15, p. 1-6, 2009.

MAZZEI, João Roberto Fortes et al. Estudo comparativo das concentrações de agrotóxicos no solo provenientes dos métodos de plantio do tomate convencional, orgânico e sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 22981-23000, 2021.

MENG, M., Li, B., SHAO, J. J., WANG, T., HE, B., SHI, J. B., et al. (2014). Accumulation of total mercury and methylmercury in rice plants collected from different mining areas in China. *Environmental Pollution*, 184, 179–186.

MULLER, Adrian et al. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. **Nature communications**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2017.

OLIVEIRA, Marina da Silva et al. Consumo de frutas e hortaliças e as condições de saúde de homens e mulheres atendidos na atenção primária à saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, p. 2313-2322, 2015.

PEIXOTO, Milleidy Cezar; EÇA, Tereza Sueli Souza. Um debate sobre as agriculturas: Orgânica e a convencional. **VII Encontro de Turismo de Base Comunitária e Economia Solidária - VII ETBCES** – 2017. Disponível em http://etbces.net.br/images/etbces/anais/2017/10_artigo_um-debate-sobre-as-agriculturas.pdf Acesso em 13 mar 2021.

PEREIRA, Diamantino; DOS SANTOS, Rubia Fernanda Panegassi. Os agrotóxicos e os humanos: doenças e contaminação. **Estudos Transdisciplinares em tempos de Terra em Transe: ambiente, sociedade e pandemia**, São Paulo: Annablume, 2020.

PIGNATI, Wanderlei Antonio et al. Exposição aos agrotóxicos, condições de saúde autorreferidas e Vigilância Popular em Saúde de municípios mato-grossenses. **Saúde em Debate**, v. 46, p. 45-61, 2022.

RAHMAN, S. M. E; MELE, M. A.; LEE, Y. T. e ISLAM, M. Z.. Consumer Preference, Quality, and Safety of Organic and Conventional Fresh Fruits, Vegetables, and Cereals. **Foods**, v. 10, n. 1, p. 105, 2021.

RAMOS, Michele Ribeiro et al. Contaminação por metais pesados em áreas agrícolas no estado do Tocantins. **Tecno-Lógica**, v. 24, n. 2, p. 166-178, 2020.

RIBEIRO, Helena; JAIME, Patrícia Constante; VENTURA, Deisy. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

RIBEIRO, Milton Cosme et al. Avaliação e monitoramento dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal comercializados no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e44610212802, 2021.

SAKIZADEH, Mohamad; FARAJI, Farzaneh; POURAGHNIYAYI, Mohamad Javad. Quality of groundwater in an area with intensive agricultural activity. **Exposure and Health**, v. 8, n. 1, p. 93-105, 2016

SILVA, Renato C.; BARROS, Karina A.; PAVÃO, Antonio C. Carcinogenicidade do carbendazim e seus metabólitos. **Química Nova**, v. 37, n. 8, p. 1329-1334, 2014.

SMITH, Allan H.; LINGAS, Elena O.; RAHMAN, Mahfuzar. Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 78, p. 1093-1103, 2000.

WAJID, Kinza et al. Effect of organic manure and mineral fertilizers on bioaccumulation and translocation of trace metals in maize. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 104, n. 5, p. 649-657, 2020.

ZHANG, Xiuying et al. Assessment of arsenic (As) occurrence in arable soil and its related health risk in China. **Environmental geochemistry and health**, v. 38, n. 3, p. 691-702, 2016.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).