



CENTRO UNIVERSITÁRIO SANTO AGOSTINHO – UNIFSA

PRÓ-REITORIA DE ENSINO

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENAÇÃO DO CURSO DE NUTRIÇÃO

DANIELA JIEYU RUAN

VITÓRIA ANGÉLICA COSTA ARAGÃO

**METAIS PESADOS NO ORGANISMO E POSSÍVEIS EFEITOS MITIGADORES DOS
ALIMENTOS**

TERESINA-PI

2025

DANIELA JIEYU RUAN
VITÓRIA ANGÉLICA COSTA ARAGÃO

**METAIS PESADOS NO ORGANISMO E POSSÍVEIS EFEITOS MITIGADORES DOS
ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à coordenação do Curso de Nutrição do
Centro Universitário Santo Agostinho, como
requisito obrigatório para a obtenção do
título de Bacharel em Nutrição

Orientador: Prof. Dr. Francisco Honeidy
Carvalho Azevedo

Teresina-PI

2025

DANIELA JIEYU RUAN
VITÓRIA ANGÉLICA COSTA ARAGÃO

**METAIS PESADOS NO ORGANISMO E POSSÍVEIS EFEITOS MITIGADORES DOS
ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Nutrição do Centro Universitário Santo Agostinho, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Data de aprovação: 26 de novembro de 2025

Prof. Dr. Francisco Honeidy Carvalho Azevedo
Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA
(Orientador)

Prof. Dr.
Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA
(1ª Avaliador(a))

Prof. Dr.
Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA
(2ª Avaliador(a))

FICHA CATALOGRÁFICA

Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA
Biblioteca Antônio de Pádua Emérito

R894m Ruan, Daniela Jieyu.

Metais pesados no organismo e possíveis efeitos mitigadores dos alimentos / Daniela Jieyu Ruan; Vitória Angélica Costa Aragão. – 2025.

30 p.

Artigo (Bacharel em Nutrição) – Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina, 2025.

“Orientação: Dr.º Francisco Honeidy Carvalho Azevedo.”

1. Intoxicação. 2. Metais pesados. 3. Compostos bioativos. 4. Efeitos mitigadores. I. Aragão, Vitória Angélica Costa – colab. II. Título.

CDD 615.902

Elaborada por Lílian Farias Pinto - CRB-3/1271

SUMÁRIO

1. Introdução:	6
2. Materiais e Métodos:	7
2.1. Tipo de Estudo.....	7
2.2. Caracterização da Área de Estudo.....	8
2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	8
2.4. Procedimento de Coleta de Dados e Análise de Dados.....	9
3. Resultados e Discussão:	9
4. Considerações finais:	24
Referências:	25

METAIS PESADOS NO ORGANISMO E POSSÍVEIS EFEITOS MITIGADORES DOS ALIMENTOS¹

Daniela Jieyu Ruan²

Vitória Angélica Costa Aragão³

Francisco Honeidy Carvalho Azevedo⁴

Resumo

A Revolução Industrial intensificou o despejo de metais pesados no ambiente, levando ao aumento da intoxicação humana e animal. Estes elementos, ao se bioacumularem, interagem com biomoléculas e proteínas, frequentemente inibindo enzimas ou gerando estresse oxidativo. Tal interferência compromete a integridade celular e a função dos sistemas orgânicos, podendo levar a disfunções neurológicas, renais e hematológicas graves, alterando o equilíbrio sistêmico. Foi realizada uma revisão sistemática, qualitativa, descritiva e exploratória, utilizando a estratégia PICO para a busca em bases de dados como ScienceDirect, PubMed e ResearchGate com restrição temporal de 20 anos. Os resultados confirmam que compostos presentes no alho, cebola, curcuma, quercetina e coentro são eficazes a nível celular e sistêmico. O alho demonstrou reduzir a concentração de metais e proteger células renais e a qualidade do sêmen. A curcuma e a quercetina mostraram um efeito sinérgico na proteção do fígado, rins e intestinos ao combater o estresse oxidativo. O coentro foi eficaz na redução de metais em tecidos-chave. Adicionalmente, a água de coco, o extrato de folha de oliveira e a *Chlorella* também mitigaram a toxicidade, protegendo o cérebro, melhorando parâmetros sanguíneos e reduzindo a absorção de mercúrio. Dessa forma, indicando que a intervenção alimentar é uma estratégia auxiliar promissora. Contudo, é crucial ressaltar que essa abordagem nutricional é apenas complementar e não substitui o tratamento médico e farmacológico adequado para a eliminação dos metais. O enfrentamento eficaz exige a combinação de suporte nutricional, tratamento clínico e o fortalecimento de políticas públicas de vigilância e pesquisa.

Palavras-chave: intoxicação; metais pesados; compostos bioativos; efeitos mitigadores

Abstract

The Industrial Revolution intensified the dumping of heavy metals into the environment, leading to an increase in human and animal poisoning. These elements, upon bioaccumulation, interact with biomolecules and proteins, frequently inhibiting enzymes or generating oxidative stress. Such interference compromises cellular integrity and the function of organ systems, potentially leading to severe neurological, renal, and hematological dysfunctions, thus altering systemic balance. A qualitative, descriptive, and exploratory systematic review was conducted, using the PICO strategy for searching databases such as ScienceDirect, PubMed, and ResearchGate, with a 20-year time restriction. The results confirm that compounds present in garlic, onion, curcumin, quercetin, and cilantro are effective at the cellular and systemic levels. Garlic was shown to reduce metal concentration and protect renal cells and semen quality. Curcumin and quercetin demonstrated a synergistic effect in organ protection (liver, kidneys, and intestines) by combating oxidative stress. Cilantro was effective in reducing metals in key tissues. Additionally, coconut water, olive leaf extract, and *Chlorella* also mitigated toxicity, protecting the brain, improving blood parameters, and reducing mercury absorption. Thus, the findings indicate that dietary intervention is a promising auxiliary strategy. However, it is crucial to emphasize that this

nutritional approach is only complementary and does not replace the appropriate medical and pharmacological treatment for metal elimination. Effective confrontation requires a combination of nutritional support, clinical treatment, and the strengthening of public surveillance policies and research.

Keywords: intoxication; heavy metals; bioactive compounds; mitigating effects

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA, Teresina-PI, 26 de novembro de 2025.

² Graduanda do curso de Nutrição do Centro Universitário Santo Agostinho. *Email:* danielajieyuruan@hotmail.com

³ Graduanda do curso de Nutrição do Centro Universitário Santo Agostinho. *Email:* vitoria02angelica@gmail.com

⁴ Doutorado em Biologia Celular e Molecular Aplicada à Saúde pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRAS-RS). *Email:* honeidy@gmail.com

1. Introdução:

A Revolução Industrial, com o início no século XVIII, é um processo marcado pelo aprimoramento e consolidação do processo de industrialização, entretanto como consequência desses avanços teve-se um desequilíbrio ecológico progressivo e ascendente no planeta. Assim, um dos problemas contemporâneos decorrente desse fato é o despejo de metais pesados como chumbo, mercúrio e cádmio no meio ambiente. (Norat; Da Silva, 2021; Cardozo, 2021; Marques; Américo-Pinheiro, 2018).

Primeiramente, de acordo com o químico Niels Bjerrum (1936), o cientista que deu a definição mais antiga do termo “metal pesado”, ela é dada de acordo com a densidade do elemento, onde a sua forma elemental é maior que 7 g/cm³ (Duffus, 2002). Sendo assim, atualmente, esse termo ainda não possui um conceito totalmente esclarecido, entretanto, entende-se que esses elementos são nocivos aos seres humanos devido ao seu efeito bioacumulativo e ter a capacidade de poder afetar os diversos sistemas fisiológicos.

Dessa forma, a intoxicação por metais pesados é um problema de saúde pública crescente, especialmente em regiões industrializadas ou áreas expostas a práticas agrícolas ou industriais inadequadas. Essa toxicidade desses metais, é agravada pela sua lenta eliminação, podendo causar sérios danos à saúde comprometendo a integridade celular e a função dos sistemas orgânicos, incluindo dentre outros problemas: doenças neurodegenerativas, doenças renais crônicas, infertilidade e até câncer. Assim, o bom funcionamento dos sistemas

fisiológicos são essenciais para a manutenção da homeostase, que é o equilíbrio interno necessário para a saúde e o funcionamento adequado do organismo (Marques; Américo-Pinheiro, 2018; Charkiewicz, et al., 2023).

Os sistemas fisiológicos atuam de forma coordenada para a manutenção da vida. O sistema circulatório transporta oxigênio e nutrientes, complementado pelo respiratório na troca gasosa. A obtenção e absorção de nutrientes são funções do digestivo, enquanto o urinário se encarrega da excreção e do equilíbrio hídrico. A coordenação e regulação são exercidas pelo sistema nervoso e pelo endócrino, este último via hormônios. O imunológico protege o organismo, o musculoesquelético oferece suporte e movimento, o tegumentar (pele) protege e regula a temperatura, e o reprodutor garante a perpetuação da espécie. (Silverthorn, 2017; Tortora; Derrickson, 2016).

Portanto, a preocupação com a contaminação ambiental por metais pesados representa um desafio crescente para a saúde pública e ressalta a necessidade de se estudar os efeitos mitigadoras de uma alimentação saudável nos casos de intoxicação por metais pesados. Sendo assim, essa revisão de literatura tem como objetivos analisar os impactos fisiológicos da intoxicação por metais pesados no organismo humano, conforme evidências extraídas dos estudos mais recentes. Adicionalmente, o trabalho investiga e discute a atuação de alimentos ricos em antioxidantes, compostos bioativos e agentes quelantes como estratégias nutricionais protetoras, visando auxiliar na desintoxicação e mitigar os efeitos nocivos desses elementos, com base nas publicações dos últimos anos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Tipo de Estudo

Esse estudo foi realizado por meio de uma revisão sistemática com abordagem qualitativa, descritiva e exploratória destinada a sintetizar as evidências existentes sobre impactos fisiológicos da intoxicação por metais pesados e os benefícios dos nutrientes nestes quadros clínicos (Do Nascimento; Canteri; Kovaleski, 2019). A abordagem qualitativa permitiu uma compreensão mais aprofundada do tema (Minayo, 2017).

A revisão sistemática é uma modalidade de pesquisa que transcende a mera descrição, utilizando protocolos rigorosos para analisar criticamente um vasto conjunto documental. Seu objetivo é conferir logicidade à literatura sobre um tema, identificando o que é eficaz e o que não é. O método exige reprodutibilidade, detalhando explicitamente as bases de dados

consultadas, as estratégias de busca, os critérios de inclusão/exclusão e o processo de análise, além de expor as limitações dos artigos e da própria revisão (Galvão; Ricarte, 2019).

Além disso, esse estudo não apresenta riscos diretos aos participantes, uma vez que consiste em uma pesquisa bibliográfica. No entanto, há o risco de interpretações inadequadas dos resultados dos artigos revisados, o que será minimizado com uma análise crítica e cautelosa das fontes. Em relação aos benefícios, a pesquisa contribuirá para a ampliação do conhecimento sobre as possíveis intervenções alimentares que podem mitigar os danos causados pela intoxicação por metais pesados, oferecendo uma base científica para futuras pesquisas e práticas clínicas na área da saúde preventiva e tratamento de intoxicações.

2.2. Caracterização da Área de Estudo

Nesta pesquisa, foi adotada a estratégia PICO para nortear a formulação do problema de pesquisa e estruturar a busca por evidências sobre a intoxicação por metais pesados. A estratégia PICO compreende: P = Paciente ou Problema; I = Intervenção; Co = Contexto. Para definir as *Strings* de busca, foram utilizados os seguintes termos, apresentados no Quadro 01:

Quadro 1 - Termos Utilizados na Composição das Strings de Busca

PICO	Termos em Português	Termos em Inglês
P (Problema)	Intoxicação por metais pesados	<i>Heavy Metal Toxicity Heavy Metal Poisoning</i>
I (Intervenção)	Compostos Bioativos da Dieta	<i>Dietary Bioactive Compound Phytochemicals</i>
Co (Contexto)	Efeitos mitigadores	<i>Mitigating Effects</i>

Fonte: Autores

A coleta de dados seguiu as diretrizes *PRISMA* (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que orientaram o processo de seleção e coleta dos estudos. Com base no tema da pesquisa foi realizado um levantamento com artigos científicos publicados nos bancos de dados *Elsevier* (*ScienceDirect*), *Medline* (*PubMed*) e o *ResearchGate*. Os termos foram associados ao operador booleano AND e OR para combinar

as palavras-chaves como “Heavy Metal Toxicity”, “Heavy Metal Poisoning”, “Immune System”, “Dietary”, “Heavy Metal”, “Reproductive”, “Nervous System”, “Human Systems”, “Phytochemicals”, “Antioxidants”, “Bioactive Compounds” que também são pertencentes aos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram considerados válidos aqueles cujos os títulos e/ou resumo que coincidem com o tema “Metais pesados no organismo e possíveis efeitos mitigadores dos alimentos”, publicados em inglês, português ou espanhol com um recorte temporal definido de 20 anos (2005-2025). Além disso, para a inclusão e ou exclusão, foi necessário que os artigos representassem ao menos em parte a temática do estudo. E ainda, foram utilizados esses termos associados ao operador booleano AND para combinar os descritores entre si compondo a linha de busca.

2.4. Procedimento de Coleta de Dados e Análise de Dados

A coleta de dados foi realizada a partir das diretrizes *PRISMA* e da estratégia PICO não fugindo da modalidade da revisão sistemática. Primeiro, os artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão mencionados. Para garantir a relevância e a qualidade das publicações escolhidas, foi feito o uso do operador booleano AND para combinar os descritores, buscando artigos que abordem os efeitos mitigadores de componentes alimentares nos sistemas fisiológicos em situações de intoxicação por metais pesados. Os artigos selecionados foram organizados em um banco de dados, onde foram documentados dados como o título, ano de publicação, autores, resumo e os principais achados relacionados à pesquisa.

A análise dos dados obtidos a partir dos artigos selecionados foi realizada de forma descritiva, com o objetivo de sintetizar as evidências científicas sobre o tema. Serão identificados e categorizados os principais alimentos com compostos bioativos, antioxidantes e fitoquímicos que possuem potencial para mitigar os efeitos de metais pesados no organismo humano, destacando seus efeitos em sistemas fisiológicos, como o sistema imunológico, reprodutivo e nervoso. Os resultados foram interpretados para identificar padrões na literatura e possíveis mecanismos de ação dos compostos estudados.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a metodologia *PRISMA*, foram analisados aproximadamente 450 artigos científicos, sendo considerados um total de 22 desses documentos em título, resumo,

palavras-chaves e textos disponibilizados na íntegra; ou seja, os artigos mais importantes dentro dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. No quadro 02, apresenta-se um breve resumo desses artigos selecionados:

Quadro 2 - Artigos selecionados

Título	Autores e Ano de Publicação	Base de Dados	Principais achados
Rotas de exposição e efeitos na saúde de metais pesados em crianças	Al Osman, M.; Yang, F.; Massey, I.Y. 2019	Pubmed	Metais pesados representam riscos elevados à saúde infantil devido à sua prevalência no meio ambiente, toxicidade aguda e crônica, além de mecanismos que incluem a interação com DNA, inflamação e dano celular.
Metais pesados urinários e condições médicas associadas na população adulta dos EUA	Mendy, A.; Gasana, J.; Vieira, E. R. 2012	Pubmed	A análise dos dados do NHANES 2007-2008 revela que a exposição a certos metais pesados está associada a diversas condições de saúde, indicando a necessidade de maior monitoramento e investigação para compreender seus impactos na saúde pública.
Papel protetor dos extratos de cebola e alho nas alterações induzidas por cádmio nas características dos espermatozoides e no dano oxidativo testicular em ratos	Ola-Mudathir, K.F.; Suru, S.M.; Fafunso, M.A.; Obioha, U.E.; Faremi, T.Y. 2008	Pubmed	Os extratos de cebola e alho podem oferecer uma proteção significativa contra os danos induzidos pelo cádmio ao testículo e à motilidade e integridade dos espermatozoides, atuando ao melhorar as defesas antioxidantes e reduzir a peroxidação lipídica.

Efeito protetor da quercetina na apoptose renal induzida por cádmio por meio da via de sinalização cyt-c/caspase-9/caspase-3	Huang, R.; Ding, L.; Ye, Y.; Wang, K.; Yu, W.; Yan, B.; Liu, Z.; Wang, J. 2022	Pubmed	A quercetina possui efeito protetor ao reduzir os danos renais causados pelo cádmio, principalmente ao inibir a apoptose renal por meio da modulação da via citocromo c/caspases, confirmando seu potencial na prevenção de toxicidade renal por metais pesados.
Efeito da quercetina e da curcumina em ratos expostos sub agudamente ao cloreto de cádmio: alterações hemato-bioquímicas, parâmetros de estresse oxidativo e alterações histopatológicas no intestino, fígado e rins dos ratos	Rao, S.S.; Patel, U.D.; Makwana, C.N.; Ladumor, V.C.; Patel, H.B.; Modi, C.M. 2021	ResearchGate	A combinação de quercetina e curcumina demonstrou maior eficácia na proteção do fígado e intestino contra os danos induzidos pelo cádmio, embora a quercetina sozinha tenha apresentado efeito moderado na proteção renal, confirmando a hipótese de que esses compostos possuem efeito antioxidante e de detoxificação contra o metal pesado.
Eficácia profilática do <i>Coriandrum sativum</i> (coentro) sobre os testículos de camundongos expostos ao chumbo	Sharma, V.; Kansal, L.; Sharma, A. 2009	Pubmed	O coentro (<i>Coriandrum sativum</i>) demonstrou efeitos protetores significativos, melhorando os níveis antioxidantes, reduzindo os danos histológicos e bioquímicos causados pelo chumbo e, parcialmente, restabelecendo os níveis de testosterona e a densidade espermática em camundongos expostos ao metal.

Estudo comparativo sobre a eficácia do <i>Allium sativum</i> (alho) na redução do acúmulo de alguns metais pesados no fígado de ratos Wistar	Nwokocha, C.R.; Owu, D.U.; Nwokocha, M.I.; Ufearo, C.S.; Iwuala, M.O.E. 2012	Science Direct	O alho demonstrou efeito protetor significativo contra o acúmulo de metais pesados no fígado dos ratos, sendo mais eficaz no combate ao cádmio, especialmente quando administrado após a exposição, indicando seu potencial como agente mitigador da toxicidade metálica.
Efeito protetor do coentro (<i>Coriandrum sativum</i>) contra a toxicidade do chumbo em coelhos	Donia, G. R. 2019	ResearchGate	Os extratos de coentro demonstraram efeito protetor significativo contra os danos induzidos pelo chumbo nos fígados e rins dos coelhos, melhorando os parâmetros bioquímicos, reduzindo o estresse oxidativo e promovendo a recuperação da arquitetura histológica desses órgãos.
A curcumina ameniza a nefrotoxicidade induzida por cádmio em ratos Sprague-Dawley	Kim, K.S.; Lim, H.-J.; Lim, J.S.; Son, J.Y.; Lee, J.; Lee, B.M.; Chang, S.C.; Kim, H.S. 2018	Science Direct	A curcumina mostrou efeito protetor significativo contra a toxicidade renal induzida pelo cádmio, reduzindo biomarcadores de lesão e danos histopatológicos, além de modular a apoptose renal, confirmando sua potencialidade como agente de proteção renal.
Efeitos desintoxicantes e antioxidantes da curcumina em ratos experimentalmente expostos ao mercúrio	Agarwal, R.; Goel, S. K.; Behari, J. R. 2010	Pubmed	A curcumina, especialmente quando administrada previamente à exposição ao mercúrio, exerce efeito protetor significativo contra o estresse oxidativo, reduz a concentração de mercúrio nos tecidos, e modula a expressão das metalotioneínas, sugerindo seu potencial como agente preventivo e

			terapêutico na intoxicação por mercúrio.
Extrato hidroalcoólico das sementes de <i>Coriandrum sativum</i> (coentro) alivia o estresse oxidativo induzido por chumbo em diferentes regiões do cérebro de ratos	Velaga, M. K.; Yallapragada, P. R.; Williams, D.; Rajanna, S.; Bettaiya, R. 2014	Pubmed	O extrato de coentro demonstrou proteger de forma regionalizada o cérebro de ratos contra o estresse oxidativo induzido pelo chumbo, reduzindo os níveis de metais pesados e melhorando os parâmetros antioxidantes.
O efeito da administração oral de extratos de <i>Allium sativum</i> na toxicidade induzida por nitrato de chumbo em camundongos machos	Sharma, V.; Sharma, A.; Kansal, L. 2010	Pubmed	Os extratos de alho administrados oralmente podem atenuar parcialmente os efeitos nocivos do chumbo, reduzindo a carga de metal nos tecidos e normalizando alguns parâmetros bioquímicos, indicando um potencial efeito protetor contra a toxicidade por chumbo.
Extrato de <i>Allium sativum</i> L. previne a citotoxicidade induzida por metilmercúrio em leucócitos do sangue periférico (LS)	Abdalla, F.H.; Bellé, L.P.; De Bona, K.S.; Bitencurt, P.E.R.; Pigatto, A.S.; Moretto, M.B. 2010	Science Direct	Concluiu que o metilmercúrio reduz a atividade de ADA e a viabilidade de leucócitos humanos, mas que o extrato de alho e o N-acetilcisteína podem proteger essas células, provavelmente devido às suas propriedades antioxidantes, reforçando o potencial do alho como agente protetor contra a toxicidade de mercúrio.

A Chlorella suprime a transferência de metilmercúrio para o feto em camundongos grávidos	Uchikawa, T.; Maruyama, I.; Kumamoto, S.; Ando, Y.; Yasutake, A. 2011	Pubmed	A ingestão contínua de Chlorella durante a gestação reduz significativamente os níveis de mercúrio metilado tanto no sangue quanto nos tecidos fetais e maternos, indicando que o Chlorella é capaz de inibir a transferência de MeHg para o feto.
Eficácia protetora das sementes de Coriandrum sativum contra a toxicidade induzida por arsênio em camundongos Swiss albinos	Kumar, A.; Kumar, V.; Akhouri, V.; Kumar, R.; Ali, M.; Rashmi, T.; Chand, G. B.; Singh, S. K.; Ghosh, A. K. 2022	Pubmed	O extrato de sementes de coentro possui efeito significativo na redução do nível de arsênio nos tecidos, além de normalizar os parâmetros bioquímicos e hematológicos, contribuindo para a restauração da integridade celular do fígado e dos rins.
As propriedades antioxidantes e anti-toxicidade de cádmio dos extratos de alho	Boonpeng, S.; Siripongvutikoen, S.; Sae-wong, C.; Sutthirak, P. 2014	Pubmed	O alho em conserva mostrou uma maior capacidade antioxidante e proteção contra toxicidade do cádmio em comparação com o alho fresco, apesar do alho fresco ter maior capacidade de quelar ferro. O processo, pode alterar suas propriedades bioativas.
Propriedades protetoras neurocomportamentais da curcumina contra a prole de camundongos tratados com cloreto de mercúrio	Abu-Taweel, G. M. 2018	Pubmed	A exposição perinatal ao HgCl ₂ causa prejuízos neurocomportamentais e alterações químicas cerebrais em filhotes de camundongos, e que a administração de curcumina apresenta efeitos protetores significativos, melhorando os parâmetros analisados.

A curcumina protege contra a disfunção vascular induzida por cádmio, hipertensão e acúmulo de cádmio nos tecidos em camundongos	Kukongviriyapan, U.; Pannangpetch, P.; Kukongviriyapan, V.; Donpunha, W.; Sompamit, K.; Surawattanawan, P. 2014	Pubmed	A curcumina possui efeitos benéficos na redução da hipertensão e na melhora da função vascular em camundongos expostos ao cádmio, atuando por meio do aumento da biodisponibilidade de NO e de sua atividade antioxidante, demonstrando seu potencial como suplemento dietético na prevenção dos danos causados pelo cádmio.
Curcumina autonanoemulsio nante (SNEC30) atenua a morte celular induzida por arsênio em camundongos	Jamal, Z.; Das, J.; Gupta, P.; Dhar, P.; Chattopadhyay, S.; Chatterji, U. 2021	Pubmed	A formulação SNEC30 de curcumina mostrou-se eficaz ao prevenir danos nos órgãos imunológicos causados pela exposição ao arsênio, reduzindo o estresse oxidativo, promovendo a restauração da arquitetura tecidual e diminuindo a apoptose.
A ingestão de extrato aquecido de folhas de Coriandrum sativum contribui para a resistência ao estresse oxidativo por meio da redução das concentrações de metais pesados nos rins	Nishio, R.; Tamano, H.; Morioka, H.; Takeuchi, A.; Takeda, A. 2019	Pubmed	O consumo de extrato de coentro aquecido contribui para a resistência ao estresse oxidativo, principalmente ao reduzir significativamente as concentrações de metais pesados.
Alterações hematobioquímicas da intoxicação por chumbo e melhora com água de coco (Cocos nucifera	Enagbonma, B. J.; Iyora-Elliot, I.; Ozede, I. N.; Eghomwanre, A. F. 2016	ResearchGate	A água de coco demonstrou efeito positivo ao melhorar os parâmetros hematológicos e bioquímicos alterados pela intoxicação por chumbo, indicando seu potencial de efeito protetor contra os

L.) em ratos albinos Wistar			efeitos tóxicos do chumbo em modelos animais.
Extrato de folhas secas protege contra neurotoxicidade induzida por chumbo em ratos Wistar	Seddik, L.; Bah, T. M.; Aoues, A.; Benderdour, M.; Slimani, M. 2010	ResearchGate	O extrato de folha de oliveira reduz a deposição de chumbo no cérebro, melhora comportamentos alterados, regula neurotransmissores e protege contra o estresse oxidativo, atuando como uma terapia auxiliar eficaz na intoxicação por chumbo.

Fonte: Autores

Nota: Os artigos são em sua maioria de língua inglesa, sendo de tradução livre das pesquisadoras.

As principais rotas de exposição aos metais pesados, como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo (Cr), cádmio (Cd) e bário (Ba), em crianças incluem principalmente a ingestão de alimentos contaminados, como peixes e mariscos, devido à bioacumulação na cadeia alimentar aquática. A inalação de vapores ou partículas presentes no ar também representa uma rota significativa, especialmente em áreas industrializadas ou próximas a fontes de emissão de metais, como mineração ou fábricas. Além disso, o contato cutâneo com solos, poeiras ou água contaminados pode facilitar a absorção desses metais pelo organismo infantil (Osman; Yang; Massey, 2019).

Ainda de acordo com os autores, uma vez no corpo, ocorre a bioacumulação, onde esses metais se acumulam em tecidos e órgãos ao longo do tempo devido à sua estabilidade química e resistência à eliminação, a qual é facilitada por mecanismos como a ligação a proteínas e a formação de depósitos nos tecidos adiposos e ósseos, levando a uma maior persistência das substâncias no organismo. A bioacumulação aumenta a toxicidade, promovendo efeitos sistêmicos, como comprometimento neurológico, disfunções cardíacas e carcinogênese, evidenciando a importância de controlar as rotas de entrada desses metais para reduzir seu impacto na saúde infantil, assim reforçando a necessidade de estratégias preventivas e intervenções ambientais para limitar a exposição e proteger as populações mais vulneráveis.

Por exemplo, níveis elevados de Cd e Pb foram significativamente associados a doenças cardiovasculares. Especificamente, o Cd apresentou uma razão de chances de 4,94

(IC 95%: 1,48–16,56) para problemas cardíacos, enquanto o Pb foi relacionado com uma maior probabilidade de angina e infarto do miocárdio, com razões de chances de 5,32 (IC 95%: 1,08–26,21). Esses metais, quando acumulados no organismo, podem prejudicar a vascularização e contribuir para processos ateroscleróticos, além de influenciarem na pressão arterial e na função cardíaca (Mendy; Gasana; Vieira, 2011).

Segundo os autores, outro aspecto importante do estudo foi a relação de certos metais com condições respiratórias: a concentração de Ba no organismo foi positivamente associada à doença de enfisema, uma condição pulmonar caracterizada pela destruição dos alvéolos e dificuldade respiratória. A inalação de Ba, presente no ar de indústrias ou áreas de mineração, pode provocar pneumoconiose benigna (baritose), embora até então não fosse conhecido um vínculo direto com o enfisema. Ainda assim, o estudo sugere que a exposição a esse metal pode estar envolvida na patogênese de doenças pulmonares obstrutivas.

Então, metais como tungstênio (W) e urânio (U) demonstraram associações relacionadas a distúrbios hepáticos e respiratórios. A presença de W no organismo foi correlacionada com a asma, enquanto o U mostrou uma relação com hepatotoxicidade, com razões de chances de 4,79 (IC 95%: 1,74–13,19), indicando que a exposição a esse metal pode levar a danos hepáticos, possivelmente por sua toxicidade direta ou por indução de processos inflamatórios no fígado (Mendy; Gasana; Vieira, 2011).

Essas relações destacam a potencial contribuição dos metais pesados no desenvolvimento de doenças cardiovasculares, respiratórias, hepáticas, além de aqueles relacionados ao sistema imunológico e neurológico. A bioacumulação de metais, muitas vezes fruto de exposições ambientais através de água, ar ou alimentos contaminados, pode assim ter impacto multifacetado na saúde humana. Contudo, devido às limitações de estudos transversais e à variabilidade individual na toxicidade, é fundamental avançar em pesquisas prospectivas e monitoramento ambiental para melhor compreender esses efeitos e estabelecer limites seguros de exposição.

Na pesquisa de Ola-Mudathir *et al.* (2008), os resultados demonstraram que a exposição ao Cd provoca um aumento expressivo na peroxidação lipídica e nos níveis de glutathione S-transferase (GST), enquanto diminui os antioxidantes do sistema, como glutathione (GSH), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e fosfatase alcalina (ALP), levando à diminuição do peso testicular, piora na qualidade do sêmen e aumento de

espermatozóides anormais. Tratamentos com extratos de cebola e alho atenuaram essas alterações, evidenciando uma ação antioxidante capaz de combater o estresse oxidativo (EO) induzido pelo metal pesado. Especificamente, a cebola apresentou efeito protetor dose-dependente, enquanto o alho também aumentou a contagem de espermatozoides móveis e reduziu a taxa de anomalias.

Focando no fígado, Nwokocha *et al.* (2012) os resultados indicam que a exposição aos metais pesados causou perdas de peso e aumento na acumulação de Cd, Hg e Pb no fígado dos ratos. A administração de alho mostrou-se eficiente em reduzir esses níveis, com efeito mais pronunciado naqueles que receberam alho após a exposição, sugerindo que suas propriedades químicas auxiliam na excreção dos metais. Além disso, o alho proporcionou proteção hepática, reduzindo marcadores de dano oxidativo e melhorando parâmetros de saúde. Contudo, limitações incluem a não quantificação detalhada da absorção de metais em outros tecidos e os mecanismos exatos de detoxificação. Assim, o alho apresenta potencial como interveniente na mitigação dos efeitos tóxicos de metais pesados, o que pode ser explorado em futuras pesquisas e aplicações clínicas.

A exposição ao nitrato de Pb em ratos provocou toxicidade sistêmica, manifestada pela diminuição de parâmetros hematológicos (hemoglobina, leucócitos e eritrócitos), elevação de marcadores de lesão hepática e renal e aumento da carga de Pb em órgãos como sangue, rins e cérebro. Tais alterações foram acompanhadas por EO, evidenciado pelo aumento da peroxidação lipídica e diminuição de antioxidantes endógenos, como GSH, SOD e CAT. A administração de extratos de alho reverteu esses efeitos, reduzindo a carga de Pb, restaurando parâmetros hematológicos, aumentando a capacidade antioxidante e mitigando o dano hepático e renal (Sharma V.; Sharma A.; Kansal, 2010).

Na abordagem *in vitro* em células humanas de Abdalla *et al.* (2010), demonstrou-se que a exposição *in vitro* ao metilmercúrio (MeHg) causa uma diminuição significativa na atividade da adenosina deaminase (ADA) e na viabilidade dos leucócitos humanos, indicando um efeito tóxico sobre o sistema imunológico. A administração de extrato de alho e N-acetilcisteína (NAC) mostrou-se eficaz na reversão desses efeitos prejudiciais, preservando a viabilidade celular e a atividade da ADA. Esse efeito é atribuído às propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos presentes no alho, que neutralizam espécies reativas de oxigênio (ROS) geradas pelo Hg. O estudo reforça a importância de componentes naturais na

defesa contra agentes tóxicos ambientais, além de contribuir para uma melhor compreensão da toxicidade do Hg na imunidade celular.

Continuando na mesma abordagem, Boonpeng *et al.* (2014) utilizou-se de células renais humanas (HEK293), em alho em conserva para possuir maior capacidade de limpeza de radicais livres, avaliadas por diversos testes antioxidantes como 1,1-difenil-2-picril-hidrazila (DPPH), 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico (ABTS), e ensaio de poder de redução férrica (FRAP), além de apresentar maior teor de vitaminas antioxidantes, como vitamina E e C. O extrato de alho em conserva também demonstrou maior eficiência na proteção contra a toxicidade do Pb, reduzindo a indução de ROS e estabilizando a integridade mitocondrial em HEK293. Apesar de o alho fresco mostrar maior capacidade de quelar ferro (Fe), ambos os tipos de alho foram benéficos, porém o alho em conserva destacou-se por sua maior atividade antioxidante global e potencial terapêutico. Esses achados reforçam a ideia de que o processamento e a armazenagem do alho podem alterar suas propriedades bioativas, podendo oferecer benefícios distintos na prevenção de danos oxidativos e intoxicações por metais pesados.

Assim, a cebola e o alho agem principalmente por suas propriedades antioxidantes, protegendo as células, restaurando os níveis de antioxidantes e melhorando a saúde de órgãos vitais. Por exemplo, o alho se mostrou eficaz em reduzir a concentração de metais pesados no corpo, além de melhorar a qualidade do sêmen e proteger células renais. Ainda é sugerido no estudo de Boonpeng *et al.* (2014) que o processamento do alho pode intensificar sua capacidade protetora, abrindo novas possibilidades para seu uso terapêutico.

Retornando aos ratos, Rao e colaboradores (2021) constataram que a exposição ao Cd em ratos resultou em alterações bioquímicas, aumento da lipoperoxidação, redução de antioxidantes e alterações histopatológicas nos órgãos alvo. Quercetina e curcumina, tanto isoladamente quanto combinadas, melhoraram significativamente esses parâmetros, reduzindo marcadores de dano hepático, renal e intestinal, além de diminuir o estresse oxidativo (EO). Essa, mostrou-se mais eficaz na proteção do fígado e intestino, enquanto a quercetina sozinha foi mais efetiva na proteção renal. A sinergia entre quercetina e curcumina potencializa a eficácia do tratamento, evidenciada pela melhora dos parâmetros bioquímicos e das alterações histopatológicas. Estes achados se alinham com trabalhos similares que demonstram o papel de antioxidantes naturais na mitigação do EO induzido pelo Cd. Além disso, o estudo fortalece a ideia de que o uso combinado dessas substâncias pode oferecer uma estratégia

mais eficaz frente à intoxicação por metais pesados, podendo abrir caminhos para futuras pesquisas de forma aplicada em animais e humanos.

Enquanto que no estudo realizado por Huang *et al.* (2022), os resultados mostraram que o Cd causa diminuição do peso corporal, aumento do coeficiente renal, danos histopatológicos nos tecidos renais, elevação de marcadores de EO e ativação da apoptose, evidenciada pela maior expressão de citocromo c, caspases-9 e -3. A administração de quercetina mitigar esses efeitos, reduzindo o dano estrutural nos rins, abaixando os níveis de marcadores de EO (como malondialdeído (MDA) e GSH) e inibindo a ativação da apoptose, o que foi confirmado pelas análises de proteína C-reativa (PCR) e Western blot. Esses achados reforçam a capacidade antioxidante da quercetina e sua atuação na modulação das vias apoptóticas mitocondriais, contribuindo para o entendimento do papel dos antioxidantes no tratamento de toxicidades por Cd, sugerindo seu potencial uso em estratégias de intervenção farmacológica.

E para Agarwal, Goel e Behari (2010), a pesquisa demonstrou que a exposição ao Hg induz aumento de EO, refletido em níveis elevados de peroxidação lipídica e redução de antioxidantes como GSH, SOD, CAT e glutathione peroxidase (GPx) em fígado, rins e cérebro, além de alterar parâmetros bioquímicos séricos indicativos de dano hepático e renal. O tratamento prévio com curcumina mostrou-se efetivo em reduzir esses marcadores de EO, além de diminuir a concentração de Hg nesses tecidos. Curcumina também promoveu a expressão de RNAm de metalotioneínas (MT), proteínas envolvidas na defesa contra metais pesados, sendo que sua indução foi maior no pós-tratamento, sugerindo um papel na recuperação do organismo após a intoxicação. Apesar de seus efeitos antioxidantes e na redução do Hg, a curcumina não reverteu completamente as alterações histopatológicas nos tecidos, indicando que seu efeito é mais protetor do que curativo no curto prazo.

No estudo de Kim *et al.* (2018), demonstrou que a exposição ao Cd causa grave prejuízo à função renal, evidenciado por aumento de biomarcadores como nitrogênio ureico no sangue (BUN), creatinina e marcadores de lesão tubular como molécula de lesão renal-1 (KIM-1), lipocalina associada à gelatinase de neutrófilos (NGAL), inibidor tecidual de metaloproteinases-1 (TIMP-1), além de alterações histopatológicas que incluem degeneração tubular, colapso glomerular, infiltração de células mononucleares e fibrose intersticial. A administração de curcumina, antes ou após a exposição ao Cd, resultou na redução desses biomarcadores e na melhora das alterações histológicas, indicando sua ação antioxidante e

anti-inflamatória. Esses resultados reforçam que a curcumina pode protegê-los contra a nefrotoxicidade do Cd, possivelmente devido à sua capacidade de eliminação de radicais livres, de reduzir o EO e inflamatório, além de regular apoptose, posicionando-se como uma potencial intervenção na prevenção de doenças renais secundárias à exposição a metais pesados.

O trabalho de Abu-Taweel (2018), demonstrou que a exposição de camundongos gestantes e lactantes ao cloreto de mercúrio (HgCl₂) resultou em redução do peso corporal, atrasos no crescimento e desenvolvimento, além de alterações neuromotoras, como reflexos prejudicados e maior tempo para retorno à postura normal. Os filhotes expostos também apresentaram aumento de comportamentos de ansiedade e déficits de aprendizagem, associados à depleção de neurotransmissores como dopamina, serotonina e diminuição da atividade da acetilcolinesterase. Essas modificações foram corroboradas por alterações nos marcadores de EO, como aumento de lipoperoxidação e redução de antioxidantes como GSH, além de atividades enzimáticas alteradas (GST, CAT, SOD). A administração de curcumina, especialmente nas doses de 150 e 300 ppm, demonstrou efeito neuroprotetor, restaurando parcialmente os níveis de neurotransmissores, diminuindo o EO e melhorando os parâmetros comportamentais e neuromotor.

A exposição ao Cd por oito semanas elevou a pressão arterial e prejudicou respostas vasculares em camundongos, além de aumentar a produção de ROS e diminuir a biodisponibilidade de óxido nítrico (NO). A administração de curcumina, especialmente na dose de 100 mg/kg, reduziu significativamente a pressão arterial, restabeleceu a resposta vasodilatadora e vasoconstritora, e melhorou a responsividade vascular frente aos agentes vasoativos (Kukongviriyapan *et al*, 2014).

Na pesquisa Jamal *et al*. (2021), a toxicidade por arsênico (As) causa danos significativos, como depleção de linfócitos e alterações estruturais no timo e no baço, o tratamento com a formulação nanoemulsionada (SNEC30) reverteu esses efeitos, restaurando a arquitetura normal dos tecidos e reduzindo a morte celular. Os resultados apontam que o As induz a produção de ROS, um mecanismo central para o dano celular, e a SNEC30 combate isso com um potente efeito antioxidante, restaurando enzimas como a SOD e a CAT. Além disso, o estudo mostrou que o As promove a autofagia e a apoptose, alterando a expressão de proteínas-chave.

Esses estudos mostram que a curcumina e a quercetina são poderosos agentes protetores contra os danos causados por metais pesados. Ambas as substâncias atuam diminuindo a peroxidação lipídica e restaurando os níveis de antioxidantes naturais do corpo, o que protege as células. Elas também oferecem proteção a órgãos específicos, com a curcumina sendo mais eficaz no fígado e intestino e a quercetina nos rins. O uso combinado das duas cria um efeito sinérgico, potencializando os resultados. Além disso, a curcumina demonstrou sua capacidade de regular vias celulares, como a apoptose, e a formulação SNEC30 melhora sua absorção, tornando-a uma intervenção ainda mais promissora.

Outro alimento que apresenta possíveis efeitos mitigadores é o coentro, no trabalho desenvolvido por Sharma V., Kansal e Sharma A. (2009) revelou que a exposição ao Pb provocou acúmulo elevado do metal nos tecidos testiculares, levando à diminuição dos antioxidantes como SOD, CAT e GSH, e aumentando marcadores de EO, de enzimas hepáticas e de colesterol, além de impactar negativamente a produção de testosterona e a contagem de espermatozoides. A administração concomitante de extratos de coentro, tanto aquoso quanto alcoólico, mitiga esses efeitos defensivos, elevando os níveis de antioxidantes, diminuindo os marcadores de dano e ajudando a preservar a integridade histológica. Compostos presentes na planta, como flavonoides, glicosídeos, e possivelmente agentes quelantes, são considerados responsáveis por esse efeito protetor.

Com ênfase no cérebro, Velaga *et al.* (2014), evidenciou que a exposição ao Pb causa aumento significativo na concentração de metais e na geração de ROS em diferentes regiões do cérebro de ratos, levando a um aumento do EO, peroxidação lipídica e danos às proteínas. A administração do extrato hidroalcoólico de sementes de coentro revelou efeito protetor, evidenciado pela redução dos dados previamente mencionados, além de promover a restauração dos níveis de minerais essenciais como Zn, Fe, Cu e Cr. O extrato também ajudou a normalizar a atividade da enzima δ -ALAD, que é sensível à toxicidade do Pb indicando um efeito quelante e antioxidante. A resposta de diferentes regiões cerebrais foi variável, destacando uma resposta regional específica ao tratamento, o que abre espaço para investigações futuras sobre os mecanismos subjacentes.

Já em coelhos, o estudo revelou que o Pb provoca disfunção hepática e renal, evidente pelo aumento de enzimas hepáticas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), ALP, ureia e creatinina, além de elevar os níveis de marcadores de EO, como o MDA, e diminuir as atividades de enzimas antioxidantes como SOD, CAT e

GPx. Essas alterações estão relacionadas ao papel do Pb na geração de ROS e na depleção dos sistemas de defesa antioxidante, levando à lesão tecidual por EO. Os extratos de coentro, especialmente em doses altas, demonstraram efeito antioxidante, promovendo a redução dos marcadores de EO e a melhora nos parâmetros bioquímicos, além de auxiliar na recuperação da integridade histológica do fígado e dos rins. Esses efeitos podem estar associados às propriedades quelantes, antioxidantes e diuréticas do coentro, similares ou até superiores a outros agentes naturais e convencionais utilizados na proteção contra intoxicação por metais pesados. Assim, o coentro aparece como uma alternativa natural promissora para a prevenção e o tratamento de doenças relacionadas à toxicidade por Pb (Donia, 2019).

Kumar *et al.* (2022), demonstraram que a administração de extrato de sementes de coentro em ratos previamente expostos ao As promove uma melhora substancial nos indicadores de EO, como a redução dos níveis de MDA e da concentração de As nos tecidos do corpo, fígado e rins. Além disso, houve uma recuperação significativa nos parâmetros hematológicos alterados pela toxicidade, incluindo contagem de hemácias, globulina e plaquetas. Os efeitos protetores do extrato parecem estar relacionados às suas propriedades antioxidantes, atribuídas principalmente aos carotenóides, tocoferóis e outros compostos fenólicos presentes na planta, que atuam como neutralizadores de radicais livres, protegendo as membranas celulares contra danos oxidativos.

E na pesquisa de Nishio *et al.* (2019), mostra que a ingestão de extrato aquecido de coentro por oito semanas reduziu significativamente os níveis de Fe, As e Cd nos rins, embora não tenha alterado as concentrações no fígado. A notável diminuição do As, que caiu para o limite de detecção, foi um fator-chave para aumentar a resistência ao EO no túbulo renal. Em testes com a substância APF, o extrato de coentro bloqueou completamente a formação de ROS nos rins, mas não no fígado, assim oferecendo uma proteção antioxidante seletiva e eficaz nos rins.

O coentro nesses estudos se mostra um agente natural eficaz na luta contra a toxicidade de metais pesados. Ele atua de forma dupla: primeiro, reduzindo a concentração de metais em tecidos-chave, como a notável diminuição de As nos rins e a redução de Pb nos testículos e cérebro. Em segundo lugar, o coentro combate o EO ao restaurar antioxidantes naturais do corpo e bloquear a formação de radicais livres, protegendo as células contra danos. Essa ação seletiva e potente contribui para a proteção de órgãos específicos, ajudando

a restaurar parâmetros importantes e a integridade de tecidos vitais como os rins, cérebro e órgãos reprodutivos como relatados nos estudos dos autores acima sobre o coentro.

No estudo de Uchikawa e colaboradores (2011), a dieta com 10% de chlorella reduziu a transferência de Hg em camundongos prenhes para os neonatos. Os níveis de Hg no sangue materno foram de cerca de 0,448 µg/ml no grupo com chlorella, contra 0,381 µg/ml no controle, com os neonatos apresentando níveis ainda mais baixos. Os autores atribuíram essa redução à ação de componentes da alga, como fibras e proteínas, que promovem a excreção do metal.

A exposição ao Pb reduziu significativamente diversos parâmetros sanguíneos essenciais, como glóbulos vermelhos, hemoglobina e plaquetas, ao mesmo tempo em que aumentou os leucócitos e linfócitos, indicando uma resposta inflamatória e o desenvolvimento de anemia. A água de coco, quando administrada junto com o Pb, foi capaz de mitigar essas alterações, restaurando os parâmetros hematológicos a níveis próximos aos do grupo controle. Os autores sugerem que os nutrientes e compostos da água de coco, como ferro e folato, além de suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antitrombóticas, são responsáveis por essa ação protetora. O estudo reforça o potencial da água de coco como um agente natural para a proteção contra a toxicidade de metais pesados (Enagbonma *et al.*, 2016).

A exposição crônica ao Pb causa diminuição do ganho de peso e a acumulação do metal no cérebro, especialmente no hipocampo, levando a alterações comportamentais como ansiedade e anedonia. O Pb também desequilibra neurotransmissores (aumenta serotonina e diminui dopamina) e promove EO, reduzindo GSH e aumentando a peroxidação lipídica. O estudo demonstrou que a administração de extrato de folha de oliveira reverteu esses efeitos, diminuindo a deposição de Pb no cérebro e protegendo contra o EO e sugerindo que há um grande potencial como complemento terapêutico para a intoxicação por metais pesados, melhorando a função neurológica e mitigando danos oxidativos (Seddik *et al.*, 2010).

A importância desses estudos está na demonstração de que agentes naturais podem ser usados como uma estratégia de proteção. Tanto a água de coco, o extrato de folha de oliveira e a alga chlorella mostraram a capacidade de mitigar os efeitos tóxicos desses metais. Eles agem de diferentes formas: a chlorella reduz a absorção e a transferência do Hg, a água de coco melhora os parâmetros sanguíneos alterados pelo Pb e o extrato de folha de oliveira protege o cérebro da acumulação de Pb e de seus danos neurológicos.

4. Considerações finais

A partir da análise sistemática da literatura científica, este artigo evidencia que a exposição a metais pesados representa um grave risco à saúde humana, afetando diferentes sistemas fisiológicos e estando associada a doenças neurodegenerativas, renais, cardiovasculares, reprodutivas e ao desenvolvimento infantil comprometido. Os dados revisados reforçam que a contaminação ambiental por metais é uma realidade preocupante, especialmente em áreas industrializadas ou com práticas agrícolas inadequadas, sendo a bioacumulação desses elementos um fator agravante pela sua lenta eliminação pelo organismo.

Os resultados apontam que intervenções alimentares, especialmente aquelas ricas em compostos bioativos, antioxidantes e fitoquímicos, podem exercer efeitos mitigadores relevantes sobre os danos causados pela intoxicação por metais pesados. Evidências destacam que nutrientes com propriedades antioxidantes e quelantes auxiliam na redução da absorção e toxicidade desses metais, protegendo tecidos e sistemas fisiológicos essenciais, como o sistema nervoso, imunológico e reprodutivo. Portanto, conclui-se que a adoção de uma alimentação balanceada, com ênfase em alimentos ricos em compostos protetores, é uma estratégia promissora para a prevenção e mitigação dos efeitos adversos da exposição a metais pesados.

No entanto, é fundamental destacar que tais intervenções alimentares possuem efeito apenas auxiliar e não substituem o tratamento médico adequado. A intoxicação por metais pesados pode provocar danos graves e persistentes à saúde, sendo necessária a avaliação e o acompanhamento por profissionais competentes, além do uso de terapias farmacológicas específicas para promover a eliminação dos metais e possibilitar a recuperação completa do paciente. Dessa forma, a abordagem nutricional deve ser vista como um suporte complementar, e não como a única estratégia terapêutica. O fortalecimento de políticas públicas de vigilância ambiental e de educação alimentar, aliado ao incentivo a novas pesquisas sobre mecanismos de ação dos nutrientes, é fundamental para ampliar o conhecimento e promover a saúde coletiva diante desse desafio contemporâneo.

Agradecimentos

A conclusão deste trabalho representa a realização de um sonho e uma etapa de grande aprendizado em nossas vidas. Para que isso fosse possível, o apoio de pessoas especiais foi fundamental.

Para nossas famílias que sempre nos incentivaram e deram o suporte necessário para superar os desafios. Quero agradecer especialmente a minha tia Maria e meu irmão Lucas por serem meu alicerce durante toda a minha vida.

A todos os nossos amigos que acompanharam todas as nossas lamúrias e sucessos.

Queremos agradecer uma à outra por estar sempre presente nessa jornada, sem uma a outra não teria conseguido seguir em frente com esse trabalho pois apenas uma sabe o quão foi árduo todo o caminho.

Às nossas professoras Daniela, Liegy, Keila e Daniele por todas as palavras de apoio e conselhos que por mais que fossem pequenos nos ajudaram bastante e valiam mais que qualquer orientação que pudéssemos pedir.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste projeto.

Referências

- ABDALLA, F. H. *et al.* Allium sativum L. extract prevents methyl mercury-induced cytotoxicity in peripheral blood leukocytes (LS). **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 1, p. 417–421, 1 jan. 2010.
- ABU-TAWEEL, G. M. Neurobehavioral protective properties of curcumin against the mercury chloride treated mice offspring. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 736–743, 31 out. 2018.
- AGARWAL, R.; GOEL, S. K.; BEHARI, J. R. Detoxification and antioxidant effects of curcumin in rats experimentally exposed to mercury. **Journal of Applied Toxicology**, p. 457–468, 2010.
- AL OSMAN, M.; YANG, F.; MASSEY, I. Y. Exposure routes and health effects of heavy metals on children. **BioMetals**, v. 32, n. 4, p. 563–573, 2 abr. 2019.
- BOONPENG, S. *et al.* The antioxidant and anti-cadmium toxicity properties of garlic extracts. **Food Science & Nutrition**, v. 2, n. 6, p. 792–801, 6 out. 2014.

CARDOZO, C. A. G. A INFLUÊNCIA DA INDÚSTRIA 4.0 NA SOCIEDADE E NO MEIO AMBIENTE. **Revista Brasileira de Mecatrônica | Brazilian Journal of Mechatronics**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 44–57, 2021.

CHARKIEWICZ, A. E. et al. Cadmium Toxicity and Health Effects-A Brief Summary. **Molecules**, v. 28, n. 18, p. 6620, 14 set. 2023.

DONIA, G. R. Protective effect of coriander (corindrum sativum) against lead toxicity in rabbits. **European Journal of Biomedical AND Pharmaceutical sciences**, v. 6, p. 520-532, 2019.

DUFFUS, J. H. “Heavy metals” a meaningless term? (IUPAC Technical Report). **Pure and Applied Chemistry**, v. 74, n. 5, p. 793–807, 1 jan. 2002.

ENAGBONMA B. J. et al. Hematobiochemical changes of lead Poisoning and amelioration with Coconut (Cocos nucifera L.) Water in wistar albino rats. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, v. 20, n. 1, p. 89–89, 6 maio 2016.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

HUANG, R. et al. Protective effect of quercetin on cadmium-induced renal apoptosis through cyt-c/caspase-9/caspase-3 signaling pathway. **Frontiers in Pharmacology**, v. 13, 16 ago. 2022.

JAMAL, Z. et al. Self Nano-Emulsifying Curcumin (SNEC30) attenuates arsenic-induced cell death in mice. **Toxicology Reports**, v. 8, p. 1428–1436, 1 jan. 2021.

KIM, K. S. et al. Curcumin ameliorates cadmium-induced nephrotoxicity in Sprague-Dawley rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 114, p. 34–40, abr. 2018.

KUKONGVIRIYAPAN, U. et al. Curcumin Protects against Cadmium-Induced Vascular Dysfunction, Hypertension and Tissue Cadmium Accumulation in Mice. **Nutrients**, v. 6, n. 3, p. 1194–1208, 21 mar. 2014.

KUMAR, A. et al. Protective efficacy of Coriandrum sativum seeds against arsenic induced toxicity in Swiss albino mice. **Toxicological Research**, v. 38, n. 4, p. 437–447, 16 mar. 2022.

- MARQUES, M.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. Efeitos ecotoxicológicos de metais aos organismos aquáticos. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 14, n. 4, 2018.
- MENDY, A.; GASANA, J.; VIEIRA, E. R. Urinary heavy metals and associated medical conditions in the US adult population. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 22, n. 2, p. 105–118, abr. 2012.
- MINAYO, M. C. DE S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 7, p. 1–12, 1 abr. 2017.
- NASCIMENTO, R. F.; CANTERI, M. H. G.; KOVALESKI, J. L. Impacto dos Sistemas de Recompensas na Motivação Organizacional: Revisão Sistemática pelo Método PRISMA. **Revista Gestão & Conexões**, v. 8, n. 2, p. 44–58, 3 jun. 2019.
- NISHIO, R. et al. Intake of Heated Leaf Extract of *Coriandrum sativum* Contributes to Resistance to Oxidative Stress via Decreases in Heavy Metal Concentrations in the Kidney. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 74, n. 2, p. 204–209, 19 fev. 2019.
- NORAT, M.; DA SILVA, A. Consumismo exacerbado e o meio ambiente como vítima da indústria. **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas**, v. 9, n. 2, p. 624-655, 2021.
- NWOKOCHA, C. R. et al. Comparative study on the efficacy of *Allium sativum* (garlic) in reducing some heavy metal accumulation in liver of wistar rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 2, p. 222–226, fev. 2012.
- OLA-MUDATHIR, K. F. et al. Protective roles of onion and garlic extracts on cadmium-induced changes in sperm characteristics and testicular oxidative damage in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 12, p. 3604–3611, dez. 2008.
- RAO, S. et al. Effect of quercetin and curcumin in rats sub-acute exposed to cadmium chloride: haemato-biochemical changes, oxidative stress parameters and histopathological changes in intestine, liver and kidney of rats. **The Journal of Phytopharmacology**, v. 10, n. 5, p. 399–408, 25 out. 2021.
- SEDDIK, L. et al. Dried leaf extract protects against lead-induced neurotoxicity in Wistar rats. **European Journal of Scientific Research**, v. 42, n. 1, p. 139–151, 1 maio 2010.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 7. ed. Artmed, 2017.

SHARMA, V.; KANSAL, L.; SHARMA, A. Prophylactic Efficacy of Coriandrum sativum (Coriander) on Testis of Lead-Exposed Mice. **Biological Trace Element Research**, v. 136, n. 3, p. 337–354, 10 nov. 2009.

SHARMA, V.; SHARMA, A.; KANSAL, L. The effect of oral administration of Allium sativum extracts on lead nitrate induced toxicity in male mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 3, p. 928–936, mar. 2010.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Corpo Humano-: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia**. Artmed Editora, 2016.

UCHIKAWA, T. et al. Chlorella suppresses methylmercury transfer to the fetus in pregnant mice. **The Journal of toxicological sciences**, v. 36, n. 5, p. 675–680, out. 2011.

VELAGA, M. K. et al. Hydroalcoholic Seed Extract of Coriandrum sativum (Coriander) Alleviates Lead-Induced Oxidative Stress in Different Regions of Rat Brain. **Biological Trace Element Research**, v. 159, n. 1-3, p. 351–363, 3 maio 2014.



ASSOCIAÇÃO TERESINENSE DE ENSINO - ATE
CENTRO UNIVERSITÁRIO SANTO AGOSTINHO –
UNIFSA PRÓ-REITORIA DE ENSINO
NÚCLEO DE APOIO PEDAGÓGICO –
NUAPE COORDENAÇÃO DO CURSO DE
NUTRIÇÃO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO
ELETRÔNICA NO REPOSITÓRIO
INSTITUCIONAL – RI/ UNIFSA

1. Identificação do material bibliográfico:

() Tese () Dissertação () Monografia (X) TCC Artigo
() Livro () Capítulo de Livro () Material Cartográfico ou
Visual () Música
() Obra de Arte () Partitura () Peça de Teatro ()
Relatório de Pesquisa () Comunicação e Conferência () Artigo
de Periódico () Publicação Seriada () Publicação de Anais de Evento.

2. Identificação do Trabalho Científico:

Curso _____ de _____ Graduação: _____ NUTRIÇÃO

Autor(a): Daniela Jieyu Ruan, Vitória Angélica Costa Aragão

E-mail: _danielajieyuruan@hotmail.com e _vitoria02angelica@gmail.com

Orientador(a): Dr. Francisco Honeidy Carvalho Azevedo

Instituição: Centro Universitário Santo Agostinho

Titulação obtido: Bacharéis em Nutrição

Datada defesa: 26 /11/ 25

Titulo do trabalho: Metais pesados no organismo e possíveis efeitos mitigadores dos alimentos

(Em caso de dispensa de banca não preencher abaixo)

Membro da banca: Esp. Juliana Mara da Costa Furtado

Instituição: _____

Membro da banca: Me. Kaio Germano Sousa da Silva

Instituição: _____

Membro da banca: _____

Instituição: _____

3. Informações de acesso ao documento no formato eletrônico:

Liberação para publicação:

Total: (X)

Parcial: () Em caso de publicação parcial especifique a(s) parte(s) ou o(s) capítulo(s) a serem publicados: _____

**TERMO DE
AUTORIZAÇÃO**

Em atendimento ao Artigo 6º da Resolução do CONSUP nº 83/2017, autorizo o Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA, a disponibilizar gratuitamente sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral ou parcial da publicação supracitada, da minha autoria, em meio eletrônico, no Repositório Institucional (RI/UNIFSA), no formato especificado*para fins de leitura, impressa e/ou *download* pela *internet*, a título de divulgação da produção científica gerado pelo Centro Universitário Santo Agostinho a partir desta data.

Local: Teresina (PI) Data: 26/11/25

Assinatura do(a)autor(a)

Daniela Jieyu Ruan

Vitória Angélica Costa Aragão

***Texto** (PDF); **imagem** (JPG ou GIF); **som** (WAV, MPEG, MP3); **vídeo** (AVI,QT)