
METAIS-TRAÇO EM PLANTAS MEDICINAIS: UMA ABORDAGEM EM CONJUNTO COM O CHATGPT

Trace Metals in Medicinal Plants: An Approach in Conjunction With Chatgpt

José Mariano Sousa de Araujo Lima¹
Alessandro Costa da Silva²

RESUMO

Os locais de cultivo das plantas medicinais devem ser conhecidos, já que podem ser contaminados por agentes inorgânicos como os metais-traços. Embora esses contaminantes (metais-traço) encontram-se espalhados em diversos locais, seja no ar, água e/ou solo, a sua dispersão por veículos automotivos é possível em hortos próximos de rodovias. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico sobre as possíveis contaminações aéreas (metais-traço) por automóveis, em hortos medicinais nas proximidades de rodovias e seus efeitos fitotóxicos. A metodologia aplicada consistiu em pesquisas utilizando levantamentos bibliográficos juntamente com inteligência artificial (IA), no caso ChatGPT em diferentes versões. Foi possível perceber por meio de prompts que a IA foi capaz de gerar textos técnicos e científicos coerentes com o tema em questão. Existe, pela literatura, um elevado número de textos sobre contaminação de plantas cultivadas próximas as rodovias. O que reforça a relevância da pesquisa e, portanto, os consumidores de plantas medicinais devem conhecer os locais de cultivos e estarem cientes dos riscos associados à presença de metais-traço provenientes dos veículos automotivos.

Palavras-chave: Contaminantes, Fitoterápicos, Inteligência Artificial.

ABSTRACT

The places where medicinal plants are grown must be known, as they can be contaminated by inorganic agents such as trace metals. Although these contaminants (trace metals) are spread in various places, whether in the air, water and/or soil, their dispersal by motor vehicles is possible in gardens near highways. In view of the above, the aim of this work was to carry out a bibliographical survey on possible airborne contamination (trace metals) by cars in medicinal gardens near highways and their phytotoxic effects. The methodology applied consisted of research using bibliographic surveys together with artificial intelligence (AI), in this case ChatGPT in different versions. It was possible to see from the prompts that the AI was able to generate technical and scientific texts that were coherent with the topic in question. The literature contains a large number of texts on the contamination of plants grown near highways. This reinforces the relevance of the research and, therefore, consumers of medicinal plants should know where they are grown and be aware of the risks associated with the presence of trace metals from motor vehicles.

Key-words: Contaminants, Phytotherapics, Artificial Intelligence.

1. INTRODUÇÃO

Embora tenham ocorrido avanços na produção de medicamentos alopáticos, ainda existe necessidade de pesquisas sobre os fitoterápicos devido ao grande interesse da população por plantas

¹ Graduando, UEMA, jose_mariano19@hotmail.com

² Pós-Doutorado, UFRGS, alessandro@uema.br

medicinais (FREITAS *et al.*, 2021). Um terço de medicamentos que estão disponíveis no mercado mundial é feito com matérias-primas originárias de plantas, como por exemplo, os fitoterápicos para tratamento de doenças cardiovasculares, onde, em alguns grupos farmacêuticos cerca de 70% de sua fabricação é advindo de plantas (VINOGRADOVA *et al.*, 2023). De acordo com a Organização Mundial da Saúde, OMS, aproximadamente 80% da população em países em desenvolvimento utiliza plantas medicinais para tratar doenças em seus estágios iniciais (GALVAN *et al.*, 2022).

As pesquisas para investigar plantas para seu uso medicinal estão cada vez mais frequentes, uma vez que, é essencial conhecer seus componentes químicos. Isso ocorre porque esses componentes podem ter tanto benefícios quanto malefícios para a saúde humana. (BALBINOT *et al.*, 2013). Um desses supostos malefícios pode estar associado à contaminação das plantas por metais-traço originários de fontes antrópicas, quando cultivadas em locais inapropriadas, como próximo das rodovias (FERGUSSON, 2010). Diversas pesquisas, como as de Silva *et al.* (2013) relatam a contaminação dessas plantas. Seus resultados revelaram um aumento significativo de metais-traço em amostras coletadas próximas de áreas onde existe um intenso tráfego de veículos.

Os metais-traço encontram-se espalhados em diversos locais do meio ambiente, seja no ar, água, solo e sedimentos decorrentes das industriais, produções agrícolas, automóveis, dentre outros (SILVA *et al.*, 2019). Esses contaminantes apresentam alto risco toxicológico quando se aproximam ou passam dos valores de concentração limite, como os teores de metais-traço em particulados aéreos (CONAMA, 1989). Essa contaminação na planta pode ocorrer por meio da absorção foliar, observada em áreas com altos níveis de particulados aéreos e por meio da absorção radicular, em que o contaminante é comumente encontrado no solo, sedimento e na água (SILVA, 2021).

Os metais-traço em sua grande maioria estão ligados com a toxicidade e contaminação, mesmo que aqueles considerados essenciais para humanos, como Cu, Fe, Mn, Zn e Mo. E todos, incluindo os não essenciais (Cd, Pb, Hg e As) são considerados metais-traço; com enorme potencial toxicológico (YADA *et al.*, 2020).

Diante do exposto, pretende-se realizar um levantamento bibliográfico com auxílio do chatGPT sobre as possíveis contaminações geradas a partir dos metais traços que são propagados/espalhados nas proximidades de rodovias e seus efeitos sobre as plantas cultivadas nesses locais.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada consistiu em pesquisas utilizando levantamentos bibliográficos realizados através de fontes na literatura como: artigos, livros, revistas de divulgação científica e resumo de congressos/periódicos. Nesse levantamento buscou-se estudos sobre plantas cultivadas nas proximidades ou beiras das rodovias com possível contaminação por metais-traço. A busca ocorreu em abril no ano de 2023 e contou com textos via diálogo usando ferramentas de IA, como o “chatGPT” em duas versões distintas (3.5 e 4.0). O uso de ambas as versões foi devido a diferença de respostas, já que o GPT4.0 é uma ferramenta mais robusta e bem mais inteligente do que GPT3.5. Cabe lembrar que o chatGPT é um chatbot gerida e programada pela empresa OpenAI presente no Vale do Silício, cuja sigla GPT significa Generative Pre-Trained Transformer e serve para geração de textos. Neste trabalho, o chatGPT foi usado para auxiliar e dar suporte na produção de parágrafos relacionados com o tema.

Para a construção dos parágrafos com a ajuda do GPT4.0 e 3.5, foi intitulado a ferramenta o uso de prompts (comando direcionado a IA) de variados formatos textuais criados pelo usuário para determinar algumas pesquisas pré-definidas pelo autor, buscando com veracidade os fatos descritos, além de ser direcionado uma quantidade específica de linhas (7 linhas) para cada participação do chatGPT no texto descrito. A participação do chat foi devidamente identificada ao decorrer do texto com o propósito de diferenciar o que foi escrito de forma autoral daquele texto produzido pela IA por meio do chatGPT.

3. ABUDÂNCIA DE METAIS

Alguns metais são considerados essenciais para o ser humano, entretanto, podem trazer problemas para a saúde, mesmo sendo consumido em baixa quantidade. O Chumbo, exemplo de contaminante, traz inúmeros prejuízos, já que seu consumo pode levar a inibição da enzima que catalisa uma etapa na produção de hemoglobina, causando assim a anemia crônica. Além disso, vale ressaltar que o mesmo não possui uma função biológica no organismo (FRANCO *et al.*, 2011).

De acordo com Francisconi (2014) os metais absorvidos de maneira incorreta podem acarretar em alguns problemas de saúde, logo, apresenta-se alguns valores destacados pelo autor referindo a quantidade tolerável de determinados metais por um ser humano, sendo estes: Ferro (Fe) de 40 a 45 g/dia, Cobre (Cu) 700 a 1300 µg/dia, Zinco (Zn) 8 a 13 g/dia, Níquel (Ni) 5 µg/dia e Cádmio (Cd) 25 µg/kg (semanal).

Já Oliveira *et al.* (2005) relatam em alguns estudos onde apontam que a utilização desacerbada de alumínio pode acarretar no desenvolvimento da doença de Alzheimer, já que o alumínio é facilmente encontrado em alimentos e ingerido diariamente pela população. Vale destacar, que segundo os autores o alumínio é encontrado de forma habitual em uma dieta com o valor de 5 a 10 mg/dia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A permanência e toxicidade dos metais-traço presentes no ar, e a possibilidade de sua transferência para as plantas, especialmente aquelas destinadas como fitoterápicas, encontra-se em perspectiva preocupante. Esses metais não são biodegradáveis como os contaminantes orgânicos e sua contaminação é constante e duradoura (RIBEIRO; BORGES, 2022). Nesse sentido, destaca-se uma breve explicação de como ocorre as contaminações de plantas medicinais nas proximidades de rodovias de acordo com o GPT3.5: “Nas proximidades de rodovias, as plantas medicinais estão sujeitas a contaminação por metais traço e outros poluentes presentes na poeira e gases emitidos pelos veículos e indústrias. Esses contaminantes podem ser absorvidos pelas raízes e transportados para as partes aéreas das plantas, podendo afetar sua eficácia e segurança para o consumo humano. Portanto, é importante avaliar a presença de contaminantes nas plantas medicinais coletadas em áreas próximas a rodovias, a fim de garantir a qualidade e segurança desses produtos para uso terapêutico”.

Em comparação com o GPT4.0 que é uma ferramenta mais robusta e atualizada, foi realizado a mesma pergunta e obteve-se a seguinte resposta: “A contaminação por metais em plantas medicinais cultivadas nas proximidades de rodovias pode ocorrer devido à emissão de gases e partículas pelos veículos que trafegam nessas vias. Esses gases e partículas podem conter metais-traço que são absorvidos pelas plantas cultivadas nas proximidades. É importante que sejam realizados estudos para avaliar a contaminação por metais em plantas medicinais cultivadas nas proximidades de rodovias. Esses estudos podem ajudar a identificar os riscos associados à contaminação e a desenvolver estratégias para minimizar esses riscos”.

Em estudo realizado na rodovia Presidente Dutra, entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro por Silva *et al.* (2013) foi identificada altas concentrações de chumbo e zinco nos solos e nas plantas cultivadas nessas áreas, indicando que o tráfego veicular é uma fonte significativa de poluição ambiental. O estudo demonstra que quanto mais perto da rodovia maior o nível de contaminação das plantas. Para o Chumbo no primeiro ponto de estudo (P₁) em uma distância de 0-10m da rodovia o valor foi de 24 mg Kg⁻¹, e para o Zinco no mesmo ponto foi 147 mg Kg⁻¹. Isto é, quanto mais próximo

da rodovia maior a contaminação; o que risco para a saúde humana, especialmente para aquelas pessoas que consomem plantas cultivadas próximas de rodovias.

Em outro estudo realizado por Santos *et al.* (2013), pode-se observar um índice elevado dos seguintes elementos Níquel, Cobre, Chumbo e Cádmiio, em que os locais de grande tráfego veicular obtiveram, como esperado, maior taxa de contaminação, chegando a: 3 mg Kg⁻¹ para o Ni, 15 mg Kg⁻¹ para o Cu, 6 mg Kg⁻¹ para o Pb e 0,1 mg Kg⁻¹ para o Cd. Já em locais com menor movimentação foram encontrados os seguintes valores: (0,6 mg Kg⁻¹ para o Ni, 2,5 mg Kg⁻¹ para o Cu, 1,0 mg Kg⁻¹ para o Pb e 0,01 mg Kg⁻¹ para o Cd. Logo a diminuição do tráfego nessas áreas de estudo interferiu diretamente nos valores encontrados, ou seja, quanto menor o tráfego veicular, menor a contaminação.

Analisando plantas coletadas em diferentes beiras de rodovias, sendo uma delas a de Capão Alto (SC-390), Galvan *et al.* (2019) registraram os seguintes resultados para as amostras: Alumínio (15 mg Kg⁻¹), Cobre (2,0 mg Kg⁻¹), Níquel (1,0 mg Kg⁻¹), Manganês (372 mg Kg⁻¹) e Zinco (25 mg Kg⁻¹). Esses teores ultrapassaram o valor da amostra utilizada como testemunha, nesse caso planta cultivada em local sem tráfego de veículos. Um comportamento semelhante às amostras coletadas em Lages (BR-282) e Palmeira (SC-114), em que os teores encontrados superaram o valor da amostra testemunha. Os resultados mostraram que houve aumento significativo na concentração de Al, Pb, Ni e Mn nas plantas de macela coletadas próximas às rodovias, demonstrando a influência direta das poluições veicular.

Assim como a pesquisa realizada por Souza *et al.* (2016) em Volta Redonda-RJ, na beirada de rodovias. Nesse caso, a planta utilizada foi a *Poincianella pluviosa* (Sibipiruna). Pela pesquisa verificou-se que as fontes de contaminação dessas plantas estavam associadas ao tráfego de veículos leves, como carros de passeio, e de veículos pesados, como ônibus que circulam pela região para transportar os moradores locais. A contaminação nessa região decorre do alto tráfego veicular, em que os valores obtidos mostraram uma quantidade significativa de contaminantes, muito acima dos valores da literatura: 90 mg Kg⁻¹ para o Manganês; 2 mg Kg⁻¹ para o Níquel; 2071 mg Kg⁻¹, para o Ferro; 8,5 mg Kg⁻¹ para o Cobre; 51 mg Kg⁻¹ para o Zinco; 0,2 mg Kg⁻¹ para o Cádmiio e 3 mg Kg⁻¹ para o Chumbo.

De acordo com uma busca realizada pelo GPT3.5, quando perguntado sobre estudos realizados com o tema: “Contaminação por metais em plantas medicinais cultivadas nas proximidades de rodovias”. Elaborou o seguinte parágrafo: “Com base em estudo realizado por Sebastian e Godwin (2017), em que investigou a contaminação por metais traço em frutas cítricas cultivadas às margens

de rodovias na cidade de Uyo, Nigéria. Os resultados mostraram que as frutas cítricas analisadas apresentaram níveis elevados de metais traço, como cádmio, chumbo, níquel e cobre, que representam um risco potencial à saúde humana. Esses achados destacam a importância de se monitorar e controlar a contaminação ambiental por metais traço em áreas urbanas, particularmente em áreas onde alimentos são cultivados”.

Já quando realizado a mesma pergunta para o GPT4.0 o mesmo elaborou o seguinte parágrafo: “A contaminação por metais em plantas medicinais cultivadas nas proximidades de rodovias tem sido objeto de estudos científicos, revelando preocupações ambientais crescentes. Pesquisas realizadas por Silva *et al.* (2019) demonstraram que diversas espécies de plantas medicinais apresentaram altos níveis de metais traço, como chumbo, cádmio e mercúrio, em áreas próximas a rodovias movimentadas. Esses resultados indicam um potencial fonte de contaminação dessas plantas devido à deposição atmosférica de poluentes veiculares. Esses achados ressaltam a importância de medidas de mitigação e controle da poluição veicular para a preservação da qualidade das plantas medicinais cultivadas nessas áreas e para a proteção da saúde humanas”.

Outros pesquisadores como Albuquerque *et al.* (2013) estudando a contaminação por metais (Mo, Sb, Cd Ni, Cu e Pb) em bromélias no Rodoanel em São Paulo - SP, foi possível identificar que no ponto que possuía uma alta influência do tráfego veicular obtiveram os maiores teores de metais em destaque ao Molibdênio (3 mg Kg^{-1}) e Antimônio (13 mg Kg^{-1}) enquanto nos locais com menor influência do tráfego os valores, como esperado, diminuíram abruptamente para 0,1 e 0,9; respectivamente. Logo foi possível observar que houve a interação direta das plantas as partículas aéreas metálicas geradas pelos automóveis nessa rodovia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de metais-traço em plantas medicinais cultivadas próximo a rodovias é uma preocupação crescente para a saúde pública. E, como mostrado, um alto tráfego de veículos tende a aumentar a contaminação de metais-traço em plantas cultivadas próximas a essas rodovias. A presença de contaminantes aéreos quando assimilados pelas plantas, além de modificar sua fisiologia, pode acarretar transferência dessa contaminação para a cadeia alimentar. Portanto, a população que utiliza essas plantas tende a uma possível intoxicação. É necessário também que os produtores (desses fitoterápicos) tomem medidas preventivas para evitar a contaminação por metais-traço em seus hortos medicinais, como o uso de técnicas de monitoramento constante da qualidade do solo e da água e a adoção de boas práticas agrícolas. E os consumidores (desses fitoterápicos) devem estar cientes dos

riscos associados à presença de metais traço por meio de partículas aéreas provenientes dos veículos e indústrias próximos das regiões de cultivo e procurar produtos de qualidade de fontes confiáveis. Nesse sentido existe a necessidade de um esforço em conjunto com as autoridades sanitárias, produtores e consumidores para garantir a segurança e a qualidade desses produtos, reduzindo os riscos de contaminação por metais traço e promovendo a saúde e o bem-estar da população.

Além das considerações sobre o tema envolvido, vale ressaltar que se deve tomar cuidado ao utilizar a ferramenta chatGPT com intuito de relacionar algumas literaturas presentes em seu banco de dados, já que existe uma necessidade de avaliar o que foi dito por essa ferramenta, pois, utilizando um comando incorreto, as informações fornecidas pelo chatGPT podem ser fictícias, criadas com o objetivo de demonstrar como um texto deve ser produzido na prática. Por isso tem-se a importância com que os dados obtidos através do chat sejam analisados para identificar a veracidade da pesquisa realizada. Dentro desse contexto, as informações obtidas com a ajuda do chatGPT para a produção deste texto estão corretas, uma vez que foram verificadas e validadas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. R.; FIGUEIREDO, A. M. G.; SILVA, B. C. *et al.* Utilização da bromélia *Tillandsia usneoides* L. no biomonitoramento da poluição atmosférica na região metropolitana de São Paulo - SP, Brasil. In: **INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE; MEETING ON NUCLEAR APPLICATIONS**, 11th; **MEETING ON REACTOR PHYSICS AND THERMAL HYDRAULICS**, 18th; **MEETING ON NUCLEAR INDUSTRY**, 3rd, 2013, Recife-PE. Proceedings. São Paulo: ABEN, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/17228>>. Acesso em: Abr, 2023.

BALBINOT, S.; VELASQUEZ, P. G.; DÜSMAN, E. Reconhecimento e uso de plantas medicinais pelos idosos do Município de Marmeleiro-Paraná. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Campinas-SP, v. 15, n. 4 p. 632-638, jun. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/Dhx6MDRYkhndLtrTp7sGRmb/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: Abr, 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - **CONAMA**, Resolução nº 5, 1989. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/resolucao/Resolu%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o_CONAMA_005.1989.pdf>. Acesso em: Abr, 2023.

FERGUSSON, J. E. **The Heavy Elements – Chemistry, Impact and health Effects**. 8th ed. New York: Pergamon Press, 614 p, 2010.

FRANCISCONI, L. S. **Determinação dos constituintes inorgânicos em plantas medicinais e seus extratos**. 2014. P. 1-144. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-13062014-091006/pt-br.php>>. Acesso em: Abr, 2023.

FRANCO, M. J.; CAETANO, I. C. S.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-PR. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama-PR, v. 15, n. 2, p. 121-127, ago. 2011. Disponível em: <<https://ojs.revistasunipar.com.br/index.php/saude/article/view/3706>>. Acesso em: Abr, 2023.

FREITAS, J. C. R.; FILHO, J. R. F.; FREITAS, J. J. R. *et al.* Avanços na Síntese, Atividades Biológicas e Aplicações de Cordiaquinonas: Uma Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 6, p. 1353-1371, set. 2021. Disponível em: <<https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/4069>>. Acesso em: Abr, 2023.

GALVAN, N. S.; CAMPOS, M. L.; MIQUELLUTI, D. J. *et al.* Influência do tráfego de veículos no teor de alumínio e metais traço em infusão de macela (*Achyrocline satureioides* Lam DC.). **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 6, p. 702-707, nov./dez. 2019. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/7746>> Acesso em: Abr, 2023.

GALVAN, N. S.; CAMPOS, M. L.; MIQUELLUTI, D. J. *et al.* Medicinal plants and heavy metals: a library review. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e57911932338-e57911932338, jul. 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32338>>. Acesso: Abr, 2023.

HANSTED, F.; TONELLO, P. S. *et al.* Fitorremediação de solos contaminados com metais: Panorama atual e perspectivas de uso de espécies florestais. **Revista Virtual de Química**, v.11, n. 1, p. 18-34, fev. 2019. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v11n1a03.pdf>>. Acesso em: Abr, 2023.

OLIVEIRA, S. M. R.; BERTAGNOLLI D.; BOHRER, D. *et al.* Nível sérico de alumínio: influência da água e de alimentos ingeridos por pacientes com insuficiência renal crônica mantidos em hemodiálise. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 3, p. 101-109, set. 2005. Disponível em: <https://bjnephrology.org/wp-content/uploads/2019/11/jbn_v27n3a01.pdf>. Acesso em: Abr, 2023.

RIBEIRO, A. R. A.; BORGES, A. R. Relação entre os metais potencialmente tóxicos e o consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão sistemática. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 7, p. 50445-50457, jul. 2022. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/50121>>. Acesso em: Abr, 2023.

SANTOS, T. O.; VIEIRA, R.; FILHO, C. A. S. *et al.* Quantificação de elementos químicos associados ao tráfego de veículos em bromélias atmosféricas transplantadas na Região Metropolitana do Recife. **Scientia Plena**, v. 9, n. 8 (b), ago. 2013. Disponível em: <<https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1570>>. Acesso em: Abr, 2023.

SEBASTIAN, U. N.; GODWIN, O. O. Heavy Metal Concentrations of Citrus Species(Citrus reticulata and Citrus sinensis) Cultivated on Road Sides in Uyo Metropolis in Akwa IbomState, Nigeria. **International Journal of Ecological Science and Environmental Engineering**, v. 4, n. 6, p. 86-92, dez. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Okon-Okon/publication/321669753_Heavy_Metal_Concentrations_of_Citrus_Species_Citrus_reticulata>

and_Citrus_sinensis_Cultivated_on_Road_Sides_in_Uyo_Metropolis_in_Akwa_Ibom_State_Nigeria/links/5a2a34cea6fdccfbf81baad/Heavy-Metal-Concentrations-of-Citrus-Species-Citrus-reticulata-and-Citrus-sinensis-Cultivated-on-Road-Sides-in-Uyo-Metropolis-in-Akwa-Ibom-State-Nigeria.pdf>. Acesso em: Abr, 2023.

SILVA, A. C. **Química ambiental**: uma abordagem introdutória e generalista. 1.ed. São Luís: UEMA, 2021.

SILVA, F. C. S. *et al.* Determinação de metais traço em amostras de água usada para irrigação de hortaliças cultivadas em beira de estrada. **Scientia Plena**, v. 9, n. 8 (b), ago. 2013. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1555>> Acesso em: Abr, 2023.

SILVA, L. C.; ALMEIDA, J. C. R.; ALMEIDA, A. A. S. Ocorrência de chumbo e zinco nos solos e plantas às margens de uma rodovia de tráfego veicular intenso. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, p. 50-59, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/comocitar.ou?id=92852597005>>. Acesso em: Abr, 2023.

SOUZA, M. S. P. A. **Poincianella pluviosa como biomonitora passiva de metais traço no município de Volta Redonda, RJ**. 2016. p. 1-41. Monografia. (Bacharelado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016. Disponível em: <<https://devrima.ufrjr.br:8443/jspui/handle/1235813/3125>>. Acesso em: Abr, 2023.

VINOGRADOVA, N.; GLUKHOV, A.; CHAPLYGIN, V. *et al.* The Content of Heavy Metals in Medicinal Plants in Various Environmental Conditions: A Review. **Horticulturae**, v. 9, n. 2, p. 239, fev. 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2311-7524/9/2/239>>. Acesso em: Abr, 2023.

YADA, M. M.; MELO, W. J.; MELO, V. P. Elementos-traço no solo, na planta e no grão de plantas de milho cultivadas em latossolos tratados com lodo de esgoto por 16 anos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 2 p. 371-379, mar./abr. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/PvfCPkVWPXvcYL4xcNF9f6h/?lang=pt>>. Acesso em: Abr, 2023.