

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE METAIS PESADOS EM ALFACES CULTIVADAS NAS HORTAS URBANAS NA CIDADE DE COXIM-MSAUTORES: Taniel Ferreira da Cruz¹Geilson Rodrigues da Silva ²Hygor Rodrigues de Oliveira³Lucas Pereira Gandra⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: (Taniel86@hotmail.com)

Fecha de recepción: 28/12/2017

Fecha de aceptación: 12/05/2018

RESUMO

A alface trata-se de uma hortaliça inicialmente cultivada no continente asiático, e encontra-se já disseminada por todas as regiões do Brasil. Entretanto uma das problemáticas relacionada ao consumo desta hortaliça é o uso de defensivos agrícolas durante seu cultivo, podendo provocar a contaminação por metais pesados. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar a análise dos teores dos metais Cu, Fe, Ni, Cd, Pb e Co em alfaces cultivadas em hortas urbanas na região de Coxim-MS. Para isso, utilizou-se a técnica de espectrometria de absorção atômica em chama e compararam-se os resultados com os valores máximos estipulados pelas legislações para alimentos. Coletaram-se três amostras do tipo alface americana em culturas convencionais. Para a preparação das amostras, utilizou-se digestor de microondas, e posteriormente preparou-se padrões de calibração para leitura no espectrofotômetro. Verificou-se que os elementos cobre e níquel estão abaixo dos valores máximos permitidos pela legislação de alimentos. Já em relação ao ferro e o cobalto não há normativas específicas para esses metais em hortaliças, sendo que o cobalto está abaixo do limite de detecção, assim como, o chumbo. Por sua vez o cádmio apresentou em um dos pontos, intervalo estatístico acima do valor máximo permitido. Sendo assim evidenciou-se a ausência de contaminação por metais pesados nas hortas urbanas que abastecem dos consumidores da cidade.

¹Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul-IFMS(Brasil). Professor Celetista da Escola Estadual Leontino Alves de Oliveira. Rio Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: taniel86@hotmail.com

²Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Mestrando em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: geilsonrodrigues367@gmail.com.

³ Doutor em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul UFMS. Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Coxim, Mato Grosso do Sul, Brasil. Email: hygor.oliveira@ifms.edu.br

⁴Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Tutor de aulas práticas da Unopar- Pólo Coxim/MS e Anhanguera- São Gabriel do Oeste/MS, Coxim, Mato Grosso do Sul, Brasil. Email. luca.gandra@hotmail.com

PALAVRAS CHAVE: Análise de Alimentos; Legislações para alimentos; Espectrofotometria de Absorção Atômica em Chama.

DETERMINATION OF THE HEAVY METAL CONTENT IN LETTUCE GROWN IN URBAN GARDENS IN THE CITY OF COXIM-MS

ABSTRACT

Lettuce is a vegetable originally grown on the Asian continent, and is already disseminated by all regions of Brazil. However one of the problems related to the consumption of this vegetable is the use of agricultural pesticides during its cultivation, and can cause the contamination by heavy metals. Thus, the present work was intended to carry out the analysis of the levels of Cu metals, Fe, Ni, Cd, Pb and Co in lettuce cultivated in urban gardens in the cushion-MS region. For this, the technique of atomic absorption spectrometry was used in flame and compared the Results with the maximum values stipulated by the food legislation. Three samples of the American lettuce type were collected in conventional cultures. For the preparation of the samples, a microwave digester was used, and subsequently the calibration patterns were prepared for reading in the spectrophotometer. It was found that the copper and nickel elements are below the maximum permitted values by food legislation. In relation to iron and cobalt there are no specific norms for these metals in greenery, and the cobalt is below the detection limit, as well as lead. In turn cadmium presented in one of the points, statistical interval above the maximum permitted value. Thus, the absence of heavy metal contamination was demonstrated in the urban gardens that supply the city's consumers.

KEYWORDS: Food analysis; Food legislation; Flame Atomic Absortion Spectrometry.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*), pertencente à família *Cichoriaceae*, tendo sua origem remetida ao continente asiático. É uma hortaliça utilizada para fins culinários desde o período neolítico pelos egípcios. Apesar disso, somente com as grandes navegações portuguesas, no início do século XVI, que essa hortaliça chegou ao Brasil No final da primeira década do século XXI, esse vegetal destacou-se entre as hortaliças mais consumidas em todo Brasil, principalmente os tipos Americana e Crespa (NIKAIDO, 2009).

No Brasil são produzidas cerca de 1,5 milhão de toneladas dessa hortaliça por ano, sendo responsável por uma parcela importante da economia em diversas cidades, gerando no cenário nacional, 2 milhões de empregos diretos (ABCSEM, 2014). O cultivo da alface ocorre em áreas pequenas, na zona rural ou na zona urbana, de tal forma que se verifica um elevado crescimento em hortas localizadas na região urbana, devido a acessibilidade e facilidade no manuseio da cultura (BRANCO e ALCÂNTARA, 2011).

Estudos indicam que esse alimento é considerado importante do ponto de vista nutricional, contendo elevados teores de Vitamina A, além de traços dos Complexos Vitamínicos: B₁, B₂, B₅ e C. Além desses nutrientes a alface possui propriedades tranquilizantes e, devido ao seu consumo *in natura*, conserva todas as suas propriedades alimentícias (BRASIL, 2009;

ARAÚJO, 2016). Além disso a alface em sua constituição possui naturalmente teores de metais como potássio, cálcio, sódio, magnésio, zinco, alumínio, ferro, cobre e selênio, constituindo metais microessenciais em sistemas biológicos (SANTOS, 2009).

No entanto, o uso excessivo de insumos químicos agrícolas, têm causado a contaminação dessa hortaliça por metais pesados que não apresentam função biológica (ARAÚJO, 2016). Estes metais, mesmo em pequenas concentrações causam desequilíbrio em sistemas vivos, pois são considerados bioacumulativos e estão presentes em alguns insumos químicos agrícolas utilizados em pequenas hortas urbanas (VALARINI. et.al. 2011).

Dessa forma dos diversos metais pesados presentes na natureza, devido as atividades antrópicas é apresentado a seguir a relação dos metais investigados e os impactos ocasionados pela exposição aos mesmos.

O cobre é um metal pesado amplamente utilizado na produção de fungicidas e inseticidas aplicados em larga escala na agricultura (RIBEIRO, 2013). Em organismos biológicos, o cobre encontra-se em tecidos vitais, apresentando-se como um complexo, geralmente uma metaloproteína, apresentando atividade enzimática. Casos de envenenamento agudo por cobre em seres humanos são raros, mas as principais fontes de exposição são alimentos e bebidas contaminadas (VENEZUELA, 2001).

Nos vegetais o Ferro atua na constituição de enzimas responsáveis pela transferência de elétrons em reações predominantemente redox presentes nos citocromos. Por outro lado, a ausência de ferro provoca distúrbios no metabolismo dos vegetais que em nível celular leva a desordens na estrutura dos cloroplastos ocasionando o amarelamento das folhas que estimula a repulsa dos consumidores (FERREIRA, 2015).

Em relação ao níquel esse metal atua como micronutriente para o metabolismo dos vegetais, pois atua como co-fator da enzima que regula a ureia que leva a redução da atividade ou mesmo a inativação da uréase (RIBEIRO, 2013). Em níveis elevados de toxicidade desse metal leva a dificuldade o crescimento da raiz dos vegetais e provoca o escurecimento das folhas e nos seres humanos dificulta a absorção de ferro e do ácido ascórbico (ALLOWAY, 2010; FERREIRA, 2015).

Devido as suas propriedades químicas serem semelhantes com o zinco, as plantas absorvem cádmio das águas de irrigação (MARTINELLI et al, 2014). O uso nos campos agrícolas de fertilizantes de fosfatos, que apresentam cádmio iônico contamina a natureza e quando os seres humanos são expostos a esse metal, ocorre degeneração óssea acompanhado de dores crônicas. (BAIRD e CANN, 2011).

Já em relação ao chumbo este elemento vem sendo muito utilizado pela sociedade ao longo dos séculos, entretanto esse metal é um elemento não-essencial não existindo níveis seguros de exposição ao chumbo para os seres humanos, animais, plantas e o plâncton. Pois, afeta todos os órgãos do corpo humano provocando, degeneração celular, substituindo alguns metais microessenciais tais como o zinco e ferro alterando a constituição química das células provocando inibição de funções biológicas (BAIRD e CANN, 2011).

Dentre os metais apresentados o cobalto em quantidade de traços auxilia de forma indireta na fixação de nitrogênio em plantas não sendo considerado essencial para os vegetais, e a

contaminação nos seres humanos leva a distúrbios cardíacos (BAIRD e CANN, 2011; FERREIRA, 2015).

Dessa forma presente pesquisa teve como objetivos realizar a análise dos teores dos seguintes metais: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Níquel (Ni), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb) e Cobalto (Co), em alfaces cultivadas em quatro hortas urbanas na região de Coxim-MS, utilizando a técnica de espectrometria de absorção atômica em chama e comparar os resultados com os valores máximos estipulados pelas legislações para hortaliças e para alimentos de consumo geral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem

As amostras foram coletadas no dia 01/05/2017, no período matutino, em quatro hortas urbanas na região de Coxim-MS, coletou-se três amostras do tipo alface americana em culturas convencionais, as amostras foram lavadas para que fossem acondicionadas em sacos plásticos do tipo ziplock e armazenadas no refrigerador doméstico, por vinte e quatro horas no laboratório do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul- Campus Coxim.

Preparo Das Amostras

As amostras de alfaces foram lavadas com água da torneira em seguida com água ultrapura Milli-Q. Foi retirada a raiz do vegetal para que se analisasse somente a folha. Realizou-se a decomposição das amostras por meio do digestor de forno de microondas Mars, seguindo metodologia do fabricante para a decomposição de alimentos.

Em uma balança analítica AY220 Marte, mediu-se a massa em gramas (dados sumarizados na tabela 01) de cada amostra de alface dentro do tubo Xpress. Após a pesagem, adicionou-se 10 mL de ácido nítrico (65% (v/v), Sigma-Aldrich, Brasil). Em seguida deixou-se os tubos em banho maria (Warmnest), calibrado para temperatura de 60°C por trinta minutos. Após isso, os tubos foram deixados em repouso por vinte e quatro horas.

Tabela 1: Massa obtida para as amostras.

Locais de coleta	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03
Local 01	5,18 g	5,30 g	5,24 g
Local 02	5,91 g	6,71 g	6,31 g
Local 03	5,90 g	5,96 g	5,93 g
Local 04	8,22 g	7,25 g	7,73 g

Fonte: os autores.

Para as análises prepararam-se amostras padrão do próprio fabricante, sendo que, para cada metal, foram preparadas soluções de calibração com as respectivas concentrações: 0,1 mol/L; 0,5 mol/L; 1,0 mol/L; 1,5 mol/L; e 2,0 mol/L.

Análise das amostras

Para as análises, utilizou-se o espectrofotômetro de absorção atômica em chama (PerkinElmer-PinAAcle 900T), realizando-se a leitura do branco com água destilada.

Para estipular a confiabilidade dessas análises, utilizaram-se os parâmetros de validação dos dados que se tratam dos limites de detecção e quantificação. O limite de detecção (LD) é definido como a menor concentração do analito que pode ser detectada, mas nem sempre quantificada em determinadas condições experimentais estabelecidas (BRITO, 2001). Diversos pesquisadores indicam esse parâmetro para análise de traços, expandindo a definição supracitada ao incluírem no Limite de detecção, termos de desvio padrão da medida do branco, além disso o Limite é estipulado a partir do sinal/ruído e do desvio-padrão, assim como, do coeficiente angular (BRITO, 2003). Para a obtenção da razão sinal/ruído, este foi caracterizado através da comparação de sinais obtidos da amostra em baixas concentrações já elucidadas do analito com as do branco, com isso determinou-se a concentração mínima para qual o analito pode ser detectado e utilizou a razão sinal/ruído com valor estipulado de três (PEREIRA, et al, 2000). A equação matemática que representa esse parâmetro encontra-se abaixo.

$$(1) \quad LD = \frac{3S}{a}$$

Onde:

S= é o desvio padrão do branco.

a= Coeficiente angular do gráfico de calibração.

Já em relação ao limite de quantificação (LQ) é estabelecido pela menor concentração do analito, quantificado em uma amostra, com exatidão e precisão aceitável, em situações experimentais controladas (BRITO, 2001). Para esse parâmetro realiza-se a relação entre o sinal/ruído, a partir da comparação desses sinais obtidos da amostra em pequenas concentrações elucidadas do analito com as do branco. Essa definição ainda engloba a razão sinal/ruído de 10:1, com isso obtém-se a seguinte equação matemática para representar a concentração mínima pelo qual quantifica-se o analito (BRITO, 2003).

$$(2) \quad LQ = \frac{10.S}{a}$$

Onde:

S= é o desvio padrão do branco

a= Coeficiente angular do gráfico de calibração

Sendo assim, utilizou-se das equações 1 e 2 para estipular os respectivos LD e LQ, para cada metal analisado. As análises foram realizadas em triplicatas e apresentadas como média \pm desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de quantificação de metais pesados em alfaces estão evidenciados na Tabela 2.

Tabela 2: Avaliação da concentração de Metais Pesados nas Alfaces.

Análise de metais pesados (Mg/ Kg ⁻¹)						
Pontos de Amostra	Cobre ³	Ferro ⁸	Níquel ⁷	Cádmio ⁴	Chumbo ⁶	Cobalto ⁸
01	<LD	9,976 ± 0,0128	0,708 ± 0,0029	0,190 ± 0,0003	<LD	<LD
02	0,204 ± 0,0015	8,625 ± 0,0128	0,533 ± 0,0029	0,157 ± 0,0003	<LD	<LD
03	<LD	7,4262 ± 0, 0128	< LD	0,2 ± 0,0003	<LD	< LD
04	0,108	5,825 ± 0,0128	0,626 ± 0,002	0,124 ± 0,0003	<LD	< LD
Limite de Detecção LD (mg/ Kg ⁻¹)	0,0049	0,01029	0,0101	0,00131	0,02690	0,00976
Limite de Quantificação-LQ (mg/ Kg ⁻¹)	0,01496	0,03432	0,033	0,00438	0,08968	0,03255
Valores Máximo Permiso (VMP)	10	Ausente	5,0	0,20	0,30	Ausente

Fonte: os autores.

Para os pontos 1 e 3, observa-se que a concentração de cobre está abaixo do limite de detecção do equipamento, enquanto que nos pontos 2 e verificou-se a detecção deste metal nas análises.

Contrapondo-se aos resultados apresentados, o trabalho de Gonçalves et al (2016), determinou que as amostras cultivadas no manejo tradicional e hidropônico estão com concentrações de cobre acima do permitido pela agência nacional de vigilância sanitária (Anvisa). Contudo não foram apontados pelos autores os fatores que ocasionaram essa

³ Os valores máximos permitidos seguem a resolução a resolução N° 685, de agosto de 1998, do Ministério da Saúde. Ministério de Vigilância Sanitária.

⁴ Os valores máximos permitidos seguem a resolução N° 42, de agosto de 2013, do Ministério da Saúde. Ministério de Vigilância Sanitária.

⁷ Os valores máximos permitidos seguem o decreto N° 55.871, de março de 1965. Presidente da República Casa Civil.

⁸ Valores não estipulados pelas legislações de alimentos.

diferença. Por outro lado, as análises de cobre apresentados na presente pesquisa indica que no período de coleta e análises das amostras, estas não estavam contaminadas por cobre.

Em relação ao ferro, visualiza-se na tabela 2 que a sua concentração variou entre $5,825 \pm 0,0128$ (no ponto 4) e $9,976 \pm 0,0128$ (no ponto 1). Estes valores são considerados baixos se comparados aos obtidos por Nascimento, Silva e Oliveira (2012), que quantificaram a presença de ferro e cobre em diversas hortaliças dentre essas a alface (*Lactuca sativa L.*). Sendo que na concentração obtida pelos pesquisadores foram maiores do que os apresentados na presente pesquisa, dessa forma balizados pela quantificação desse metal os pesquisadores supracitados indicaram o consumo de hortaliças para minimizar a deficiência de ferro na população. Portanto é possível inferir que as amostras não apresentam concentrações nocivas por estarem abaixo do exposto pela literatura.

A concentração de níquel ficou abaixo do limite de detecção no ponto 3, nos demais pontos observam-se pequenas concentrações de níquel que estão abaixo da legislação. Nesse sentido esses resultados contrapõem-se ao estudo de Paula (2012); e de Cunha-Filho (2013), que estipularam a concentração desse metal em diferentes cultivares, apontando contaminação das hortaliças que estão associados a intensa atividade industrial e ao uso de agrotóxicos nas plantações.

Dessa forma essa incongruência com as pesquisas expostas ocorreu devido a região de Coxim-MS não apresentar atividade industrial e as grandes lavouras de soja e milho que empregam agrotóxicos encontrarem-se distantes das zonas urbanas.

A partir da tabela 2 visualiza-se que a concentração de cádmio está abaixo do estipulado pela legislação para os pontos 1, 2 e 4, porém no ponto 3 está acima dos valores máximos permitidos levando em consideração a variação estatística, esse metal apresenta elevada toxicidade para todo o ecossistema, pois o mesmo não é essencial para organismos vivos.

Nesse sentido o trabalho de Salazar et al (2006), contribui para essa discussão ao apontar que os níveis de cádmio em vegetais dentre essas a alface apresentou concentrações até oito vezes acima do permitido. Mesmo que os valores obtidos sejam menores é importante destacar a presença desse metal, pois o cádmio é um dos elementos mais tóxicos e pode transladar por diversos níveis tróficos da cadeia alimentar.

Na determinação do chumbo o mesmo encontra-se abaixo do limite de detecção em todos os pontos de coleta, com isso esse metal não está presente nas amostras de alfaces nesse período.

A quantificação do cobalto apresentou-se abaixo do limite de detecção nos pontos de coleta, visto que a principal rota de contaminação por esse metal está relacionada a presença de atividade industrial na região, entretanto tais empreendimentos são ausentes em Coxim-MS.

A análise dos metais pesados apresentados na tabela 2, nos diferentes pontos, permitiu caracterizar a concentração desses elementos nas alfaces cultivadas em hortas urbanas na região de Coxim-MS. A partir dos resultados apresentados é possível verificar ausência de contaminação ambiental nas hortas cultivadas. Outra característica importante refere-se ao fato dos produtores alegarem não utilizar insumos agrícolas em suas plantações, fato este

corroborado nas análises, que apontariam a presença de metais pesados nas alfaces caso fosse empregado tais métodos.

Com base nas análises, essas podem subsidiar políticas de monitoramento quando aliado a resoluções e normativas dos órgãos regulamentadores permitindo investigar possíveis impactos ambientais de fontes antropogênicas em diferentes pontos de cultivos da alface.

CONCLUSÕES

A análise dos metais pesados mostrou-se ausência de contaminação nas hortas urbanas analisadas.

Contudo outro ponto suscitado refere-se à ausência de legislações específica para o ferro e o cobalto que indica uma falta de políticas públicas voltadas para a concentração de metais pesados em hortaliças, em especial para os vegetais do tipo alface, visto que essa hortaliça tem facilidade em acumular metais pesados (LOPES, 2014). Além disso o grande consumo pela população pode levar a sérios danos aos organismos vivos, pois não há um controle adequado das agências regulamentadoras para essa importante fonte alimentícia. A legislação do níquel ainda se encontra desatualizada, sendo que esse fator dificulta o monitoramento da contaminação de hortaliças por esse metal visto que a utilização do níquel foi potencializada pelo avanço da atividade industrial e suas ramificações nas últimas décadas.

Por sua vez o cádmio no ponto 3 apresentou no intervalo de confiança uma concentração ligeiramente acima do permitido pela legislação. Uma vez que esse metal não constitui o solo da região sendo a possível rota desse elemento químico as fontes antropogênicas que por processo de lixiviação lançam partículas desse metal para o solo da região que por processo de adsorção acaba por atingir a alface.

Sendo assim diante dos resultados expostos é possível verificar ausência de contaminação ambiental nas hortas cultivadas. Entretanto é necessário o monitoramento intermitente das alfaces comercializadas na região de Coxim-MS no que tange as concentrações de metais pesados, pois o consumo dessa hortaliça é amplamente difundido nas feiras livres e nos comércios da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM – Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas. (2014). Levantamento de dados socioeconômicos do agronegócio de hortaliças 2013 ano base 2012. Disponível em http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%20C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf. Acesso em 20/04/2017.

ALLOWAY, B.J., (2010). Heavy Metals in Soils – Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. New York: Springer.

- ARAÚJO, D, F, S.; (2012). Concentrações de minerais e contaminantes físico-químicos (metais pesados e resíduos de agrotóxicos) em hortaliças convencionais e orgânicas. (2012). 109 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, Recife.
- BAIRD, C.; CANN, M. (2011). Química Ambiental. Tradução- Marco Tadeu Grassi. 4 ed. Bookman, Porto Alegre.
- BRANCO, C. M.; ALCÂNTARA, F. A.; (2011). Hortas Urbanas e Periurbanas: o que nos diz a literatura brasileira? Horticultura Brasileira. v.29; n.3; p. 421-428.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Ministério da Saúde. (1998). Portaria. 685, de 27 de agosto de 1998. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/anvisa/1998/anexo/anexo_prt0685_27_08_1998.pdf. Acesso em 20/02/2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Ministério da Saúde. (2013). Resolução-RDC, 42, de 29 de agosto de 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042_29_08_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b3f35d9fbd. Acesso em 20/02/2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Ministério da Saúde. (1965). Decreto, 55.871 de 26 de março 1965. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/decreto-no-55-871-de-26-de-marco-de-1965.doc/view>. Acesso em 20/02/2016.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2009). Tipos de Alface Cultivados no Brasil. Comunicado Técnico. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>. Acesso 24/06/2016.
- BRITO, N. M. (2001). Resíduos de pesticidas organoclorados (OC) e organofosforados (OF) em matriz de coco: metodologia e aplicação. São Paulo. 2001. 121 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica), Departamento de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.
- BRITO, N.M. et.al.; (2003). Validação de métodos analíticos: Estratégia e Discussão. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 13, s/n. p.129-146.
- CUNHA-FILHO, F, H. (2013). Metais pesados em solo, água e hortaliças em áreas produtoras de olerícolas na zona da mata de Pernambuco. 2013. 79f. Dissertação Mestrado em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal do Pernambuco, Recife.
- FERREIRA, J, O.; (2015). Determinação De Metais Pesados Presentes Em Ervas Utilizada No Tereré Comercializados Na Cidade De Coxim-MS. 2015. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Licenciatura em Química), Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Coxim.
- GONÇALVES, T, O.; et al. (2016). Teor de Metais em alface (*Lactuca Sativa L.*) do tipo cresca e americana cultivadas em sistema hidropônico e convencional. XXV. ANAIS... Gramado: CBCTA, 6p.

- LOPES, H, G, A.; (2014). Avaliação do estado nutricional e do teor em metais pesados de plantas cultivadas as hortas sociais do Instituto Politécnico de Bragança. 2014. 82f. Dissertação de mestrado em Agroecologia. Departamento de agricultura do Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.
- MARTINELLI, A, C.; et.al.; (2014). Avaliação da lixiviação do cádmio e níquel provenientes da degradação de baterias de níquel-cádmio em uma coluna de solo. Química Nova, v.37, n.3, p. 465-472.
- NASCIMENTO, B, L, M. SILVA, L, D. OLIVEIRA, J, D. (2012). Quantificação de Ferro e Cobre em Olerícolas oriundas de sistema orgânico e convencional. Agropecuária Científica no Semiárido. v.8,n.4,p.49-54.
- NIKAIDO, M.; (2009). Uso de Águas Residuárias Tratadas na Cultura de Hortaliças: Avaliação de Enteroparasitas e Metais Pesados. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PAULA, B, M, D. (2012). Metais traço e amins bioativas em alfaces provenientes da agricultura urbana. 2012. 104f. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PEREIRA, D. M. C.; et.al. (2000). Comparação de métodos dicromatométricos para determinação de ferro total em minérios de ferro. In: Associação Brasileira de Química. ANAIS. v. 49, n. 4, p. 198-203.
- RIBEIRO, M, A, C.; (2013). Contaminação do solo por metais pesados. 2013. 249f, Dissertação de mestrado, departamento de engenharia do ambiente, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa.
- SANTOS, E. I. A.; (2009). Avaliação do Grau de Contaminação da Alface por Metais Pesados no Município de Gurupi – TO. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Tocantins, Gurupi.
- SALAZAR, R, F, S. et al. Determinação de cádmio em hortaliças por espectrometria de absorção por aquecimento eletrotérmico. X. ANAIS... São José dos Campos. INIC, 2006. 4p.
- VALARINI. et.al.; (2011). Qualidade do Solo em Sistema de Produção de Hortaliças Orgânico e Convencional. Horticultura Brasileira. v. 29, n.4, p. 485-491.
- VENEZUELA, T, C.; (2001). Determinação de contaminantes metálicos (metal tóxico) num solo adubado com composto de lixo em área olerícola no município de nova Friburgo. 2001. 96 f, Dissertação de mestrado, centro de saúde do trabalhador e ecologia humana, Fundação Oswald Cruz, Rio de Janeiro.