

ANÁLISE DE TEOR DE METAIS TÓXICOS PRESENTE EM MAÇÃS

ORLEINIK, Patricia Manica¹
SANTOS, Leonardo Bidoia²

RESUMO

As problemáticas ambientais enfrentadas são resultados de um processo histórico de desigualdade entre homem e natureza. O atual percentual referente ao desenvolvimento populacional acarreta maior demanda devido à necessidade em se produzir alimentos em maior quantidade e melhor qualidade. É consenso destacar que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas com destaque para a cultura da maçã (*Malus domestica*). Haja vista a ingestão da maçã ocorrer *in natura*, se houver concentrações elevadas de metais tóxicos, o consumo de maçã pode levar a malefícios a longo prazo e propiciar o aparecimento de inúmeras patologias. Assim, o objetivo desse trabalho é analisar o teor de metais tóxicos como cádmio, cobre, manganês, níquel e chumbo em maçãs. O método utilizado para as análises dos metais é a técnica de espectrometria de absorção atômica no equipamento modelo ICP-9000®. Dentre os metais analisados, somente o manganês foi observado acima do limite de detecção, enquanto os metais cádmio, cobre, níquel e chumbo foram observados em traços, mas não de natureza quantitativa, pois a concentração desses estava abaixo limite de detecção do equipamento. Sendo assim, esse trabalho expõe uma problemática que necessita de aprofundamento no que tange à concentração de metais em frutas para divulgar as consequências e estabelecer normativas para que se diminua o risco de intoxicação para a população.

PALAVRAS-CHAVE: *Malus domestica*; ingestão; concentração; limites detecção.

ANALYSIS OF TOXIC METALS IN APPLE FRUITS

ABSTRACT

There are several environmental problems due to a historical process of inequality concerning mankind and nature. The current percentage regarding population development results on higher demand since there is some need to produce more and better quality of food. It is consensual to point out that Brazil is the third largest fruit producer in the world, especially on apple cropping (*Malus domestica*). It is known that apple ingestion occurs *in natura*, so, if high concentrations of toxic metals are registered in this fruit, its consumption can lead to long-term harm and to arising of numerous pathologies. Thus, this trial aims at analyzing toxic metals content such as cadmium, copper, manganese, nickel and lead in apple fruits. The atomic absorption spectrometry technique in the model ICP-9000® equipment was the applied method to analyze those metals. Among the analyzed metals, only manganese was above detection limit, while cadmium, copper, nickel and lead were traced-registered, but not quantitatively, since their concentration was below the detection limit of the equipment. Finally, this trial has shown a problem that needs to be studied regarding metals concentration in fruits to reveal the consequences and establish regulations to reduce poisoning risk for the population.

KEYWORDS: *Malus domestica*; ingestion; concentration; detection limit.

1. Acadêmica de graduação de Ciências Biológicas, bacharelado, do Centro Universitário FAG. pattymanica2009@hotmail.com.

2. Orientador. Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia da Pesca, UNIOESTE. Docente do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário FAG. leonardobidoia@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

As problemáticas ambientais enfrentadas são resultados de um processo histórico de desigualdade entre o homem e a natureza, em que o ser humano exerceu e ainda exerce seu domínio e influência frente aos recursos naturais. Como resultado, há um aumento significativo da degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida da população (ALVES, 2018).

Com o desenvolvimento populacional, tem-se uma necessidade cada vez maior de produzir alimentos em quantidade e qualidade para satisfazer a demanda mundial. Logo, a exploração dos recursos naturais fica gradativamente mais ativa, sendo necessário aprimorar-se e investir em técnicas que permitam a melhoria da qualidade do solo (SANTOS, 2015).

Propriedades com culturas agrícolas frequentemente sofrem com doenças e pragas, o que contribui para a aplicação de fertilizantes e substâncias químicas. O objetivo principal dessas técnicas agrícolas é a garantia imediata de produtividade (VALLE, 2012).

No Brasil, o mercado de substâncias tóxicas, para atividades agrícolas, é considerado um dos maiores do mundo e a produção tem sido superior a 300 mil toneladas anuais. Esses produtos químicos, de maneira geral, são indicados para os mais diversos fins, como o armazenamento e beneficiamento de utilidades agrícolas (RUNTZEL, 2017). Contudo, Valle (2012) ressalta que atividades antrópicas, como a agricultura, podem resultar em aumento das concentrações de metais tóxicos no ambiente.

É consenso destacar que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, devido a técnicas de aplicação de fertilizantes e substâncias químicas utilizadas, sendo o principal exportador mundial. Entre as culturas agrícolas, ressalta-se a produção de maçãs (*Malus domestica*) e, considerando que grande parte do seu consumo é *in natura* (com a casca), pode-se observar o perigo com a ingestão de metais tóxicos presentes nessa fruta, devido ao processo de contaminação que pode se dar por meio dos efluentes domésticos, industriais, emissões atmosféricas, processos industriais, aplicação de fertilizantes e corretivos agrícolas (CARDOSO, 2008; RUNTZEL, 2017).

Estudos têm demonstrado os danos ambientais causados devido à má utilização de agrotóxicos, contendo concentração de metais tóxicos (SANTOS, 2015). Qualquer forma de vida pode ser afetada pela presença de metais, dependendo da via de absorção, dosagem e tempo de exposição, por serem quimicamente reativos e altamente bioacumulativos, fatores que influenciam na incapacidade do organismo de eliminá-lo (PAULA, 2006; ALVES, 2018).

Entende-se que a exposição e consumo de metais tóxicos pode ser um problema que mostra os malefícios a longo prazo e pode conduzir a inúmeras patologias (FRANCO, 2015).

Sendo assim, o contato e o consumo em excesso de metais, como por meio de frutas, retratam um risco ampliado de contaminação, uma vez que não se sabe quais os perigos relacionados às doenças (VALLE, 2012; ROCHA, 2019).

Os metais cádmio (Cd), chumbo (Pb) e níquel (Ni) são extremamente tóxicos e danosos para os organismos em geral (SANTOS, 2015). A contaminação por esses metais nos solos ocorre por meio de queima de combustíveis fósseis e lixo urbano, resíduos de fábricas e pela agricultura, na utilização de fertilizantes (ROCHA, 2019).

A exposição aguda do Cd, por exemplo, pode desenvolver a doença conhecida como *Itai-Itai*, definida como uma forma de osteomalácia e osteoporose caracterizada por múltiplas fraturas espontâneas nos ossos. Ademais, o Pb, em alta exposição, pode atingir o sistema nervoso central, com dores de cabeça, tonturas, perda de memória, e o sistema periférico, deficiência dos músculos extensores (COSTA, 2018). Por outro lado, o Ni tem probabilidades baixas de absorção, no entanto, intoxicações por níquel, mesmo leves, podem causar problemas tegumentar, imunológico, respiratório e cardiovascular (CEQA, 2012).

Os metais manganês (Mn) e cobre (Cu) se destacam pela importância para fábricas de aços e em aplicações como catalisadores na indústria química. Esses metais são adquiridos principalmente pela cadeia alimentar, no entanto, insumos químicos e altas concentrações no solo interferem no teor final em vegetais e frutas (ROCHA, 2016). Para o ser humano, são metais essenciais que auxiliam em diversas atividades enzimáticas (HERNÁNDEZ; PINTO, 2010; NACIMENTO, 2018).

Embora sejam micronutrientes, efeitos desfavoráveis podem ser associados tanto em excesso quanto à insuficiência deles no organismo. Em excesso, o Mn provoca efeitos adversos no sistema nervoso e respiratório. Doenças que têm sido relacionadas a esse metal são: esclerose lateral amiotrófica, Alzheimer, autismo, Parkinson e esquizofrenia (NACIMENTO, 2018). Já a ingestão do Cu em níveis acima dos exigidos, mas ainda em menor grau, gera vômitos, dores gastrointestinais e náuseas. Em casos extremos de contaminação, pode levar a um acúmulo gradativo do elemento em vários tecidos, colapso vascular, insuficiência hepática (ROCHA, 2016).

Sendo assim, diante de todas as informações relevantes ao contexto, o objetivo deste trabalho é analisar o teor de metais tóxicos, como cádmio, cobre, manganês, níquel e chumbo, em maçãs.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram adquiridas oito amostras de maçãs (*Malus domestica*), de um supermercado particular de grande circulação do Município de Cascavel. Essas amostras de maçãs coletadas são provenientes do Município de São Joaquim-SC, informação obtida por meio das Centrais de Abastecimento do Paraná S. A (CEASA-PR).

As amostras foram escolhidas de acordo com os seguintes critérios: com preferência em dimensões de 8 cm de altura e 6 cm de largura, cor em tons avermelhados e pesadas individualmente cada uma das amostras com um peso de aproximadamente 200g. Posteriormente, as maçãs foram acondicionadas em embalagens de polietileno, a uma temperatura média de 25°C; em seguida, foram encaminhadas para o laboratório de Físico-Química de Análise de Qualidade A3Q, localizado no Município de Cascavel-PR, acreditado pela CGE/INMETRO, de acordo com a ABNT ISO/TEC:2005, sob o número CRL, 0298.

Para cada amostra de maçã, foi preenchida uma requisição contendo o nome dos metais solicitados para as análises, que foram: cádmio, chumbo, manganês, níquel e cobre. Logo após, deram entrada no laboratório. Para o preparo das amostras dentro das instalações do laboratório A3Q, cada maçã foi submetida ao procedimento de lavagem em água corrente, e logo após foram trituradas em processador de alimento convencional com casca e polpa até obter uma massa homogênea. De cada uma das amostras já processadas, foram utilizados 1g da massa homogênea e submetidas à análise do equipamento do modelo ICP-9000®, da marca Shimadzu. Para definir o teor dos metais tóxicos, como cádmio, chumbo, manganês, níquel e cobre, nas maçãs, foi utilizada a metodologia de espectrometria de absorção atômica de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do método de análise por espectrometria de absorção atômica, foram obtidos os resultados referentes aos metais escolhidos para análise (Tabela 1). Os metais Cd, Pb, Ni e Cu foram observados em traços, mas não de natureza quantitativa, pois a concentração desses metais se apresentou abaixo do limite de detecção do equipamento. Porém, entre os metais, o Mn foi observado acima do limite mínimo de detecção.

Tabela 1: Resultados das concentrações dos metais analisados

Maçãs	Metais - mg/kg				
	Cd	Pb	Mn	Ni	Cu
Amostra 1	< 0,001	< 0,011	1,060	< 0,009	< 0,011
Amostra 2	< 0,001	< 0,011	1,176	< 0,009	< 0,011
Amostra 3	< 0,001	< 0,011	1,566	< 0,009	< 0,011
Amostra 4	< 0,001	< 0,011	1,276	< 0,009	< 0,011
Amostra 5	< 0,001	< 0,011	1,570	< 0,009	< 0,011
Amostra 6	< 0,001	< 0,011	1,309	< 0,009	< 0,011
Amostra 7	< 0,001	< 0,011	1,030	< 0,009	< 0,011
Amostra 8	< 0,001	< 0,011	1,332	< 0,009	< 0,011
Teores médios	< 0,001±0,00	< 0,011±0,00	1,290±0,20	< 0,009±0,00	< 0,011±0,00

Fonte: Resultados obtidos por meio de análise da concentração dos metais pesados pela metodologia de espectrometria de absorção atômica

Na Tabela 2, constam valores permissíveis desses elementos, especificamente em frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas, pela Resolução – RDC nº 42/2013, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Tabela 2- Limites máximos de contaminantes em frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas

Metais	Limite máximo
Cádmio	0,05 mg/kg
Chumbo	0,10 mg/kg
Manganês	-
Níquel	-
Cobre	-

Fonte: ANVISA resolução – RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, que dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos

Comparando-se as concentrações obtidas neste estudo com os valores permissíveis estabelecidos pela Resolução – RDC nº 42/2013 (Tabela 2), é possível observar que os valores para cádmio e chumbo estão abaixo dos limites estabelecidos pela ANVISA. Porém, para o metal Mn, foram encontrados apenas dados de referência ao consumo diário descrito pela Resolução – RDC nº 269/05 da ANVISA.

Os valores de referência de limites máximos encontrados para frutas contendo níquel é de 0,0029 mg/kg, e para o cobre 0,029 mg/kg, conforme Decreto nº 55871/65. Contudo, no ano de 2019, o referido decreto foi revogado, portanto, não foi encontrado nenhuma lei ou novo decreto estabelecendo limites atualizados por órgãos competentes para esses metais. Sendo assim, a falta de normas reguladoras abre precedente legal que justifique o emprego em larga escala desses metais, sem que gere consequências e responsabilidades para seus utilizadores.

Os metais Cd, Pb e Ni, que foram observados em traços nas amostras de maçãs, são metais quimicamente reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz, mesmo em menores quantidades. Grande parte desses metais são introduzidos no meio alimentício devido a ações antrópicas, envolvendo processos industriais, emissões atmosféricas e insumos agrícolas. Uma vez lançados em corpos receptores, os metais sofrerão um efeito denominado amplificação biológica, provocando toxicidade em espécies da fauna e flora e consequente desequilíbrio dos ecossistemas a longo prazo (JOVELINO, 2018).

No entanto, o Cu e o Mn são considerados minerais essenciais para a saúde humana. O Mn pode ser consumido por adultos na concentração de até 2,3 mg/dia, conforme estabelecido pela Resolução – RDC nº 269/05 da ANVISA. Possivelmente, o que sugere a exposição de Mn nas maçãs se dá pelo fato de ser encontrado em abundância no solo. Segundo Suppi (2018), os maiores teores de Mn foram encontrados em amostras de solos originados de rochas magmáticas básicas, como o basalto. Dessa forma, solos originados dessas rochas, em sua maioria, apresentam alto teor de Mn, visto que são ricas em elementos metálicos, principalmente ferro, que influenciam sobremaneira na retenção de outros elementos metálicos por meio da superfície reativa de óxidos e hidróxidos (CASSOL, 2018).

Na região de Planalto Serrano, localizado no Município de São Joaquim-SC, região esta que normalmente abastece a demanda de maçãs do Município de Cascavel-PR, foram encontrados os maiores índices de solos que se enquadram nas classes cambissolo húmico, neossolo litólico e nitossolo háplico, desenvolvidos a partir de rochas riódacito e basalto (SUPPI, 2018). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), essas classes de solos são constituídas por teores naturais dos elementos Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Ba, Cd, Co e Mn.

Entretanto, os níveis alterados do Mn também podem ser de resultados do uso de fungicidas, como o Mancozebe ($C_4H_6MnN_2S_4$), considerado um dos mais utilizados em culturas de maçãs e que possui micronutrientes, como 20% Mn e 2-5% Zn. A aplicação ocorre via foliar,

contribuindo para uma melhor absorção do Mn nas macieiras (GARCIA, 2018) e também por sulfato de manganês, utilizado na produção de fertilizantes.

CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos neste trabalho, é possível concluir que o Mn apresentou dados acima do limite de detecção. Ademais, Cd, Pb, Ni e Cu apresentaram traços, contudo, não exibiram valores quantitativos. No geral, este trabalho expõe uma problemática de relevância e que demonstra a necessidade de aprofundamento sobre a concentração e utilização alargada desses metais na produção de frutas, para assim externar as consequências e estabelecer normativas mais específicas, diminuindo o risco para a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6B, p. 1145-1154, 2002.

ALVES, L. B. M.; **Potencial de fitorremediação por plantas de solo contaminados por metais tóxicos**. Instituto Politécnico Escola Superior Agrária de Bragança – Portugal, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/17899/1/pauta-relatorio-6.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

AMADO, S. **Influência de diferentes concentrações de níquel sobre o crescimento e desenvolvimento inicial de *guazuma ulmifolia lam.* (malvaceae, malvales)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/3019/1/SARAH%20AMADO.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 269**, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. 2005. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3. Acesso em: 20 out. 2019.

BARCELOS, T. D. J.; **Cobre: Vital ou prejudicial para a saúde humana?**. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Universidade da Beira Interior, Covilhã - Portugal, 2008. Disponível

em:

https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/747/1/Cobre_Vital%20ou%20Prejudicial%20para%20a%20Sa%C3%BAde%20Humana%20-%20T%C3%A2nia%20Barce.pdf. Acesso em: 04 out. 2019.

BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L.G.; SANTANNA, P. D. A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina; Competitividade segundo produção packing house. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, jul./ago. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122011000400013&script=sci_arttext. Acesso em: 01 set. 2019.

CARDOSO, O. C. **Vitamina C, carotenoides, minerais e metais pesados em frutas orgânicas e convencionais**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2689/01%20-%20capa_abstract.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 4 set. 2019

CASSOL, C. J.; CORTIVO, N. S. D.; PLETSCHE, A. L.; JUNIOR, I. L. C.; GOMES, F. A. L.; Determinação do manganês disponíveis em solos de referência de mesorregião Oeste do Paraná. **Revista online de extensão e cultura**, v. 5, n. 09, p. 21-27, 2018. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/realizacao/article/view/8535/4667>. Acesso em: 25 set. 2019.

CASTRO, S. V. **Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura da comunidade bentônicas do Alto Rio das Velhas – MG**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/220M.PDF>. Acesso em: 03 out. 2019.

CEQA-Comissão Especializada de Qualidade da Água. **Níquel**. 2012. Disponível em: https://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201212041547-ft_qi_06_niquel23102012.pdf. Acesso em: 04 out. 2019.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília – DF, 2018.

FERNANDES, L. H.; MAINIER, F. B. Os riscos da exposição ocupacional ao cádmio. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Niterói-RJ; v. 9, n. 2, p. 194-199, 2014. Disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/viewFile/V9N2A3/SGV9N2A3>. Acesso em: 04 out. 2019.

FRANCO, C. C.; CASTRO, M. M.; WALTER, M. E. **Estudo das cascas de banana das variedades prata caturra e maçã na bio sorção de metais pesados gerados pelos efluentes dos laboratórios do Centro Universitário de Belo Horizonte**. Centro universitário de Belo Horizonte-MG, 2015.

GARCIA, M. V. **Análise de patulina e fungicidas em maçãs e sua degradação por campo elétrico contínuo**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Faculdade

de Agronomia ‘Eliseu Maciel’, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2018. Disponível em: <http://www.guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/4320/1/GARCIA%20V.%20M.%20-%20PPGCTA%20-%20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

GUERRA, F. **Cádmio na cadeia alimentar:** proveniente de vegetais e avaliação da sua disponibilidade no solo com auxílio do Cd. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-01022012-112112/publico/Mestrado.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

GUERRA, T. M. **Cobre:** deficiência e intoxicação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/cobre.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

HERNÁNDEZ, R. B.; PINTO, N. C. S. **Especiação do manganês como determinante da sua toxicidade mitocondrial:** implicações para o mecanismo de neurotoxicidade do manganês. Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2010. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/75698/especiacao-do-manganes-como-determinante-da-sua-toxicidade-mitocondrial-implicacoes-para-o-mecanismo/>. Acesso em: 18 out. 2019.

HOODA, S. P. **Trace elements in soli.** London: Wiley, 2010. 618 p.

JOVELINO, J. R. **Tratamento de resíduo sólido de laboratório por estabilização por solidificação e balanço de massa dos metais pesados cádmio e níquel.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/6072/1/JOSEV%C3%82NIA%20RODRIGUES%20JOVELINO%20%E2%80%93%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20%28PGEQ%29%202018.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

LOPES, A. S. GUILHERME, L. R. G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007. 64 p.

LOUREIRO, C. F. B. (Org.). **Cidadania e Meio Ambiente.** Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2003.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Rev Panam Salud Publica**, v. 15, n. 2, p. 119-129, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rpsp/v15n2/20821.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

NASCIMENTO, T. F. V. O. Impacto do manganês na saúde pública. **Revinter.**; V. 11; ed 3; pg 32-53. 2018. Disponível em :< <http://revistarevinter.com.br/minhas-revistas/2018/v-11-n-3-2018-volume-11-numero-3-out-de-2018-sao-paulo/350-impactos-do-manganes-na-saude-publica/file>> Acessado em: 23 out. 2019.

NEVES, E. B.; JUNIOR, N. M.; MOREIRA, M. F. R. Avaliação da exposição e metais numa oficina de recuperação de armamento de uma organização militar. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2269-2280, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2009.v14n6/2269-2280/>. Acesso em: 18 out. 2019.

NORDBERG, G. F. Historical perspectives on cadmium toxicology. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 238, p. 192-200, 2009.

PAULA, M. Inimigo invisível: metais pesados e saúde humana. **Periódico Tchê Química**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p. 37-44, 2006.

ROCHA, A. F. **Cádmio, chumbo, mercúrio- A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?**. Monografia (Curso de Ciências da Nutrição) – Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação, Porto-Portugal, 2009. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311_0925TCD25.pdf. Acesso em: 03 out. 2019.

ROCHA, P. S. M. **Determinação de cobre e manganês em néctares e sucos industrializados por espectrometria de absorção atômica com forno grafite**. Monografia (Graduação em Química) – Instituto de Química da Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/5742/1/Monografia%20-%20Qu%20admica%20Bacharelado%20-%20Pamela%20S.%20M.%20Rocha.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

RUNTZEL, C. L.; GALVÃO, S.; PEREIRA, M. N.; SOARES, C. E.; SCUSSEL, M. V. **Resíduos de agrotóxicos do grupo de ditiocarbamatos em maçãs (*malus domesctc borkh*) in natura no Brasil- 10 anos**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil, 2007.

SAMPAIO, S. A. **Quantificação de metais presentes na água, no sedimento e nos organismo bentônicos no reservatório de Salto Grande (Americana, SP): uma avaliação dos impactos no sistema**. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas-SP, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-14072005-153541/publico/Cap3Metais.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

SANTANA, A. L. **Manganês**. Departamento nacional de produção mineral- PA, p. 177-128, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/luana/Downloads/3.2%20-%20Mangan%C3%AAs.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

SANTOS, C. M. **Uso de cascas de laranja como adsorventes de contaminantes no tratamento de água**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambientais) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba-SP, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/122100/000820399.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 set. 2019.

SCHEEREN, P. **Aproveitamento de maçãs não-conformes à comercialização na elaboração de pães**. Monografia (Graduação em Química Industrial) – Centro Universitário

Univates, Lajeado-RS, 2011. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/271/1/PatriciaScheeren.pdf>. Acesso em: 2 set. 2019.

STANDARD methods For Examination of Water And Watewater (SMEWW). 22. ed. Método 2130 B, 2012.

SUPPI, L. M.; CAMPOS, M. L; MIQUELLUTI, D. J.; BUENO, D. K.; Teores de cobalto e manganês em solos de Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinária**, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-SC, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/luana/Desktop/10770-47549-1-PB.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

VALLE, L. A. R. **Avaliação de elementos – Traços em fertilizantes e corretivos**. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/495/1/DISSERTACAO_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20elementos-tra%C3%A7o%20em%20fertilizantes%20e%20corretivos%20%20Lucas%20Alberth%20Ribeiro%20do%20Valle.pdf. Acesso em: 1º set. 2019.



**ANEXO A – TERMO DE COMPROMISSO DO PROFESSOR ORIENTADOR
DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Eu, Leonardo Bidoia dos Santos, professor (a) do Curso de Graduação em Ciências Biológicas desta Instituição, declaro, para os devidos fins, estar de acordo em assumir a orientação do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) aluno (a) Patricia Manica Orleinik, habilitação bacharel e que apresenta, como título provisório: Análise de concentração de metais pesados em maçãs.

Cascavel, 19 de agosto de 2019.

Leonardo Bidoia dos Santos
Nome legível do orientador

[Assinatura]
Assinatura do orientador

Patricia Manica Orleinik
Nome legível do aluno

Patricia Manica Orleinik
Assinatura do aluno

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



**ANEXO B – TERMO DE COMPROMISSO DO ALUNO ORIENTADO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.**

Eu, Patricia Manica Orleinik, Carteira de identidade número 12.495.962-4, aluno regularmente matriculado no curso de graduação de Ciências Biológicas do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – FAG, sob registro acadêmico número 2015111469 declaro estar ciente das regras definidas pelo colegiado do curso de Ciências Biológicas para o processo de realização do trabalho de conclusão de curso, cumprindo, assim os créditos da disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso.

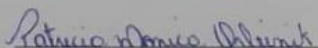
Declaro ainda que me comprometo a cumprir rigorosamente os prazos definidos para entrega das diversas etapas do trabalho, bem como a estar em todos os encontros previstos com o professor orientador.

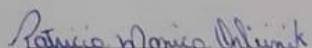
Professor orientador: Leonardo Bidoia dos Santos

Título provisório:

Análise de concentração de metais pesados em maçãs.

Cascavel, 19 de agosto de 2019.


Nome legível do aluno


Assinatura do aluno

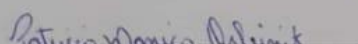
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



**ANEXO C – PROTOCOLO DE CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR COM A
ENTREGA DO PROJETO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO À
COORDENAÇÃO DO TCC**

Eu, professor (a) Leonardo Bidoia dos Santos declaro que estou ciente e aprovo a entrega do projeto de TCC intitulado: Análise de concentração de metais pesados em maçãs pela aluna Patricia Manica Orleinik em 20 de agosto de 2019, para fins de registro na COOPEX.


Assinatura do aluno


Assinatura do orientador

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



Scanned with
CamScanner



ANEXO D – ACOMPANHAMENTO DAS ORIENTAÇÕES DE TCC

Acadêmica: Patricia Manica Orleinik RA: 201511769

Orientador: Leonardo Bidoia dos Santos

Período: 8º

[illegible]

Assinatura do Orientador:

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



ANEXO E – DECLARAÇÃO DE REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL DO TCC

Eu, Vanessa Raini de Santana, RG 9.925.311-8, CPF 063.016.969-13, e-mail ortogramrevisoes@gmail.com, telefone 45 99983-9415, declaro para os devidos fins que realizei a correção ortográfica e gramatical do artigo intitulado: Análise de teor de metais tóxicos presentes em maçãs, de autoria de Patricia Manica Orleinik, acadêmica regularmente matriculada no Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Assis Gurgacz.

Por ser verdade, firmo o presente documento.

Cascavel, 12 de novembro de 2019.

4º Tabelionato de Notas

Vanessa Raini de Santana
Vanessa Raini de Santana

Patricia Manica Orleinik



Morino Esteves Sorris - Tabelião
Rua das Flores, 439 - Centro - CEP 83311-520
Fone (45) 3337-7444 - CASCAVEL - PARANÁ

4º Tabelionato de Notas
CARTÃO



Selo Digital cp243 - By6HU.B9RMK-22HBA.6TCLC

Consulte esse selo em <http://fuharpen.com.br>

Reconheço por semelhança a assinatura de **VANESSA RAINI DE SANTANA (69442)** / *0043* 83514F* Dou fe
Cascavel/PR, 12 de novembro de 2019

Em Teste
RAQUEL GOMES FARIAS DORINI, Escrivente Autorizada

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ



unioeste

O Reitor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão do Curso de Letras em 09 de dezembro de 2009 e a colação de grau em 16 de dezembro de 2009, confere o grau de

LICENCIADO EM LETRAS a

Vanessa Raini de Santana,

brasileira, natural do Estado do Paraná, nascida a 28 de março de 1988, R.G. nº 9.925.311-8 - PR, e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Cascavel, PR, 18 de dezembro de 2009.

Aleibiades Luiz Orlando
Reitor



AUTENTICAÇÃO
A presente cópia reproduz a reprodução fiel do documento original que me foi apresentado nesta data, do que tudo.
CASCVEL 13 NOV 2019
PR
Marina Esteves Santos - Tabella
Jefferson Esteves Santos - Esc. Autorizado
Raquel Gomes Farias Dorini - Esc. Autorizada
Meiriele dos Santos - Esc. Autorizada

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ Campus de Cascavel CURSO DE LETRAS/PORTUGUÊS/INGLÊS Reconhecido pelo Decreto Federal nº 77.173, de 13/02/1976, publicado no Diário Oficial da União de 16/02/1976.	UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ Reconhecida pela Portaria Ministerial nº 1784-A, de 23/12/1994, publicada no Diário Oficial da União de 28/12/1994. PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO DIVISÃO DE REGISTRO DE DIPLOMAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ Campus de Cascavel APOSTILA O presente diploma habilita ao magistério de Letras Português/Inglês e respectivas literaturas. Cascavel, PR, 18 de dezembro de 2009.  Paulo Sérgio Wolff Diretor Geral de Campus	Conforme art. 48, <i>caput</i>, da Lei nº 9.394, de 20/12/1996, Diploma registrado sob nº 15234, no livro nº 22, folha nº 48, processo nº 16889. Apostila(s) anotada(s), nesta data, no termo do registro. Cascavel, PR, 01 de julho de 2010.  Aleibiades Luis Orlando Reitor

407ABEJONATO DE NOTAS DE CASCAVEL-PR
Rua São Paulo, 658 Fone: (45) 3037-7444
A presente cópia reproduzida e reprodução fiel do
documento original que me foi apresentado neste
data, do dia 13
CASCAVEL
PR
13 NOV 2019

() Marina Esteves Santos - /Tabela
() Jefferson Esteves Santos - Eec. Autorizada
() Rafael Gomes Farias Dornas - Eec. Autorizada
() Maurício dos Santos - Eec. Autorizada

Nº 004651



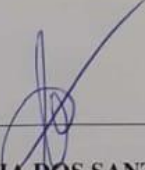
ANEXO F – DECLARAÇÃO DE INESISTÊNCIA DE PLÁGIO

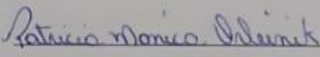
PATRICIA MANICA ORLEINIK

ANÁLISE DE TEOR DE METAIS PESADOS PRESENTE EM MAÇÃS

Eu Patricia Manica Orleinik, aluna da Graduação de Ciências Biológicas, do Centro Universitário Assis Gurgacz, declaro, para os devidos fins, que o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em anexo, requisito necessário à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, encontra-se plenamente em conformidade com os critérios técnicos, acadêmicos e científicos de originalidade. Declaro ainda que, com exceção das citações diretas e indiretas claramente indicadas e referenciadas, este trabalho foi escrito por mim e, portanto, não contém plágio, fato este que pode ser comprovado pelo relatório do DOXWEB que se encontra junto a este documento. Eu estou consciente que a utilização de material de terceiros incluindo uso de paráfrase sem a devida indicação das fontes será considerado plágio, e estará sujeito à processo administrativo da FAG – Centro Universitário Assis Gurgacz e sanções legais.

Cascavel, 11 de novembro de 2019.


LEORNARDO BIDOIA DOS SANTOS
RG: 80832818/SSPPR
CPF: 03320536958


PATRICIA MANICA ORLEINIK
RA: 124959624
RG: 09824234977

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



Scanned with
CamScanner

16/11/2019

Relatório DOCxWEB: <https://www.docxweb.com>Relatório DOCxWEB: <https://www.docxweb.com>**Título: análise de teor de metais tóxicos presente em maçã**

Data: Nov 15, 2019 2:25:10 PM

Usuário: Patricia Manica Orleinik

Email: pattymanica2009@hotmail.com

WEB Ajuda

Autenticidade em relação a INTERNET

Autenticidade Calculada: **97 %**

Autenticidade Total: 82 %

Ocorrência de Links

Ocorrência	Fragmento
1%	https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20

Texto Pesquisado

RESUMO

As problemáticas ambientais enfrentadas são resultados de um processo histórico de desigualdade entre homem e natureza. O atual percentual referente ao desenvolvimento populacional acarreta maior demanda devido à necessidade em se produzir alimentos em maior quantidade e melhor qualidade. É consenso destacar que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com destaque para a cultura da maçã (*Malus domestica*). Haja vista a ingestão da maçã ocorrer in natura, se houver concentrações elevadas de metais tóxicos, o consumo de maçã pode levar a malefícios a longo prazo e propiciar o aparecimento de inúmeras patologias. Assim, o objetivo desse trabalho é analisar o teor de metais tóxicos como cádmio, cobre, manganês, níquel e chumbo em maçãs. O método utilizado para as análises dos metais é a técnica de espectrometria de absorção atômica no equipamento modelo ICP-9000®. Dentre os metais analisados, somente o manganês foi observado acima do limite de detecção, enquanto os metais cádmio, cobre, níquel e chumbo foram observados em traços, mas não de natureza quantitativa, pois a concentração desses estava abaixo limite de detecção do equipamento. Sendo assim, esse trabalho expõe uma problemática que necessita de aprofundamento no que tange à concentração de metais em frutas para divulgar as consequências e estabelecer normativas para que se diminua o risco de intoxicação para a população.

PALAVRAS-CHAVE: *Malus domestica*; ingestão; concentração; limites de detecção.

ANALYSIS OF TOXIC METALS IN APPLE FRUITS

ABSTRACT

There are several environmental problems due to a historical process of inequality concerning mankind and nature. The current percentage regarding population development results on higher demand since there is some need to produce more and better quality of food. It is consensual to point out that Brazil is the third largest fruit producer in the world, especially on apple cropping (*Malus domestica*). It is known that apple ingestion occurs in natura, so, if high concentrations of toxic metals are registered in this fruit, its consumption can lead to long-term harm and to arising of numerous pathologies. Thus, this trial aims at analyzing toxic metals content such as cadmium, copper, manganese, nickel and lead in apple fruits. The atomic absorption spectrometry technique in the model ICP-9000® equipment was the applied method to analyze those metals. Among the analyzed metals, only manganese was above detection limit, while cadmium, copper, nickel and lead were traced-registered, but not quantitatively, since their concentration was below the detection limit of the equipment. Finally, this trial has shown a problem that needs to be studied regarding metals concentration in fruits to reveal the consequences and establish regulations to reduce poisoning risk for the population.

KEYWORDS: *Malus domestica*; ingestion; concentration; detection limit.

INTRODUÇÃO

As problemáticas ambientais enfrentadas são resultados de um processo histórico de desigualdade entre o homem e a natureza, em que o ser humano exerceu e ainda exerce seu domínio e influência frente aos recursos naturais. Como resultado, há um aumento significativo da degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida da população (ALVES, 2018). Com o desenvolvimento populacional, tem-se uma necessidade cada vez maior de produzir alimentos em quantidade e

16/11/2019

Relatório DOCxWEB: <https://www.docxweb.com>

qualidade para satisfazer a demanda mundial. Logo, a exploração dos recursos naturais fica gradativamente mais ativa, sendo necessário aprimorar-se e investir em técnicas que permitam a melhoria da qualidade do solo (SANTOS, 2015). Propriedades com culturas agrícolas frequentemente sofrem com doenças e pragas, o que contribui para a aplicação de fertilizantes e substâncias químicas. O objetivo principal dessas técnicas agrícolas é a garantia imediata de produtividade (VALLE, 2012).

No Brasil, o mercado de substâncias tóxicas, para atividades agrícolas, é considerado um dos maiores do mundo e a produção tem sido superior a 300 mil toneladas anuais. Esses produtos químicos, de maneira geral, são indicados para os mais diversos fins, como o armazenamento e beneficiamento de utilidades agrícolas (RUNTZEL, 2017). Contudo, Valle (2012) ressalta que atividades antrópicas, como a agricultura, podem resultar em aumento das concentrações de metais tóxicos no ambiente.

É consenso destacar que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, devido a técnicas de aplicação de fertilizantes e substâncias químicas utilizadas, sendo o principal exportador mundial. Entre as culturas agrícolas, ressalta-se a produção de maçãs (*Malus domestica*) e, considerando que grande parte do seu consumo é in natura (com a casca), pode-se observar o perigo com a ingestão de metais tóxicos presentes nessa fruta, devido ao processo de contaminação que pode se dar por meio dos efluentes domésticos, industriais, emissões atmosféricas, processos industriais, aplicação de fertilizantes e corretivos agrícolas (CARDOSO, 2008; RUNTZEL, 2017).

Estudos têm demonstrado os danos ambientais causados devido à má utilização de agrotóxicos, contendo concentração de metais tóxicos (SANTOS, 2015). Qualquer forma de vida pode ser afetada pela presença de metais, dependendo da via de absorção, dosagem e tempo de exposição, por serem quimicamente reativos e altamente bioacumulativos, fatores que influenciam na incapacidade do organismo de eliminá-los (PAULA, 2006; ALVES, 2018).

Entende-se que a exposição e consumo de metais tóxicos pode ser um problema que mostra os malefícios a longo prazo e pode conduzir a inúmeras patologias (FRANCO, 2015). Sendo assim, o contato e o consumo em excesso de metais, como por meio de frutas, retratam um risco ampliado de contaminação, uma vez que não se sabe quais os perigos relacionados às doenças (VALLE, 2012; ROCHA, 2019).

Os metais cádmio (Cd), chumbo (Pb) e níquel (Ni) são extremamente tóxicos e danosos para os organismos em geral (SANTOS, 2015). A contaminação por esses metais nos solos ocorre por meio de queima de combustíveis fósseis e lixo urbano, resíduos de fábricas e pela agricultura, na utilização de fertilizantes (ROCHA, 2019).

A exposição aguda do Cd, por exemplo, pode desenvolver a doença conhecida como Itai-Itai, definida como uma forma de osteomalácia e osteoporose caracterizada por múltiplas fraturas espontâneas nos ossos. Ademais, o Pb, em alta exposição, pode atingir o sistema nervoso central, com dores de cabeça, tonturas, perda de memória, e o sistema periférico, deficiência dos músculos extensores (COSTA, 2018). Por outro lado, o Ni tem probabilidades baixas de absorção, no entanto, intoxicações por níquel, mesmo leves, podem causar problemas tegumentar, imunológico, respiratório e cardiovascular (CEQA, 2012).

Os metais manganês (Mn) e cobre (Cu) se destacam pela importância para fábricas de aços e em aplicações como catalisadores na indústria química. Esses metais são adquiridos principalmente pela cadeia alimentar, no entanto, insumos químicos e altas concentrações no solo interferem no teor final em vegetais e frutas (ROCHA, 2016). Para o ser humano, são metais essenciais que auxiliam em diversas atividades enzimáticas (HERNÁNDEZ; PINTO, 2010; NACIMENTO, 2018).

Embora sejam micronutrientes, efeitos desfavoráveis podem ser associados tanto em excesso quanto à insuficiência deles no organismo. Em excesso, o Mn provoca efeitos adversos no sistema nervoso e respiratório. Doenças que têm sido relacionadas a esse metal são: esclerose lateral amiotrófica, Alzheimer, autismo, Parkinson e esquizofrenia (NACIMENTO, 2018). Já a ingestão do Cu em níveis acima dos exigidos, mas ainda em menor grau, gera vômitos, dores gastrointestinais e náuseas. Em casos extremos de contaminação, pode levar a um acúmulo gradativo do elemento em vários tecidos, colapso vascular, insuficiência hepática (ROCHA, 2016).

Sendo assim, diante de todas as informações relevantes ao contexto, o objetivo deste trabalho é analisar o teor de metais tóxicos, como cádmio, cobre, manganês, níquel e chumbo, em maçãs.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram adquiridas oito amostras de maçãs (*Malus domestica*), de um supermercado particular de grande circulação do Município de Cascavel. Essas amostras de maçãs coletadas são provenientes do Município de São Joaquim-SC, informação obtida por meio das Centrais de Abastecimento do Paraná S. A (CEASA-PR).

As amostras foram escolhidas de acordo com os seguintes critérios: com preferência em dimensões de 8 cm de altura e 6 cm de largura, cor em tons avermelhados e pesadas individualmente cada uma das amostras com um peso de aproximadamente 200g. Posteriormente, as maçãs foram acondicionadas em embalagens de polietileno, a uma temperatura média de 25°C; em seguida, foram encaminhadas para o laboratório de Físico-Química de Análise de Qualidade A3Q, localizado no Município de Cascavel-PR, acreditado pela CGE/INMETRO, de acordo com a ABNT ISO/IEC:2005, sob o número CRL 0298.

Para cada amostra de maçã, foi preenchida uma requisição contendo o nome dos metais solicitados para as análises, que foram: cádmio, chumbo, manganês, níquel e cobre. Logo após, deram entrada no laboratório. Para o preparo das amostras dentro das instalações do laboratório A3Q, cada maçã foi submetida ao procedimento de lavagem em água corrente, e logo após foram trituradas em processador de alimento convencional com casca e polpa até obter uma massa homogênea. De cada uma das amostras já processadas, foram utilizados 1g da massa homogênea e submetidas à análise do equipamento do modelo ICP-9000®, da marca Shimadzu. Para definir o teor dos metais tóxicos, como cádmio, chumbo, manganês, níquel e cobre, nas maçãs, foi utilizada a metodologia de espectrometria de absorção atômica de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do método de análise por espectrometria de absorção atômica, foram obtidos os resultados referentes aos metais escolhidos para análise (Tabela 1). Os metais Cd, Pb, Ni e Cu foram observados em traços, mas não de natureza

16/11/2019

Relatório DOCxWEB: <https://www.docxweb.com>

quantitativa, pois a concentração desses metais se apresentou **abaixo do limite de detecção do** equipamento. Porém, entre os metais, o Mn foi observado acima **do limite mínimo de detecção**.

Tabela 1: Resultados das concentrações dos metais analisados

Fonte: Resultados obtidos por meio de análise da concentração dos metais pesados pela metodologia de espectrometria de absorção atômica

Na Tabela 2, constam valores permissíveis desses elementos, especificamente em frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas, pela Resolução – RDC nº 42/2013, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Tabela 2- Limites máximos de contaminantes em frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas

Fonte: ANVISA resolução – RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, que dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos

Comparando-se as concentrações obtidas neste estudo com os valores permissíveis estabelecidos pela Resolução – RDC nº 42/2013 (Tabela 2), é possível observar que os valores para cádmio e chumbo estão abaixo dos limites estabelecidos pela ANVISA. Porém, para o metal Mn, foram encontrados apenas dados de referência ao consumo diário descrito pela Resolução – RDC nº 269/05 da ANVISA.

Os valores de referência de limites máximos encontrados para frutas contendo níquel é de 0,0029 mg/kg, e para o cobre 0,029 mg/kg, conforme Decreto nº 55871/65. Contudo, no ano de 2019, o referido decreto foi revogado, portanto, não foi encontrado nenhuma lei ou novo decreto estabelecendo limites atualizados por órgãos competentes para esses metais.

Sendo assim, a falta de normas reguladoras abre precedente legal que justifique o emprego em larga escala desses metais, sem que gere consequências e responsabilidades para seus utilizadores.

Os metais Cd, Pb e Ni, que foram observados em traços nas amostras de maçãs, são metais quimicamente reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz, mesmo em menores quantidades. Grande parte desses metais são introduzidos no meio alimentício devido a ações antrópicas, envolvendo processos industriais, emissões atmosféricas e insumos agrícolas. Uma vez lançados em corpos receptores, os metais sofrerão um efeito denominado amplificação biológica, provocando toxicidade em espécies da fauna e flora e consequente desequilíbrio dos ecossistemas a longo prazo (JOVELINO, 2018).

No entanto, o Cu e o Mn são considerados minerais essenciais para a saúde humana. O Mn pode ser consumido por adultos na concentração de até 2,3 mg/dia, conforme estabelecido pela Resolução – RDC nº 269/05 da ANVISA.

Possivelmente, o que sugere a exposição de Mn nas maçãs se dá pelo fato de ser encontrado em abundância no solo. Segundo Suppl (2018), os maiores teores de Mn foram encontrados em amostras de solos originados de rochas magmáticas básicas, como o basalto. Dessa forma, solos originados dessas rochas, em sua maioria, apresentam alto teor de Mn, visto que são ricas em elementos metálicos, principalmente ferro, que influenciam sobremaneira na retenção de outros elementos metálicos por meio da superfície reativa de óxidos e hidróxidos (CASSOL, 2018).

Na região de Planalto Serrano, localizado no Município de São Joaquim-SC, região esta que normalmente abastece a demanda de maçãs do Município de Cascavel-PR, foram encontrados os maiores índices de solos que se enquadram nas classes cambissolo húmico, neossolo litólico e nitossolo háplico, desenvolvidos a partir de rochas riodacito e basalto (SUPPL, 2018). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), essas classes de solos são constituídas por teores naturais dos elementos Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Ba, Cd, Co e Mn.

Entretanto, os níveis alterados do Mn também podem ser de resultados do uso de fungicidas, como o Mancozebe (C₄H₆MnN₂S₄), considerado um dos mais utilizados em culturas de maçãs e que possui micronutrientes, como 20% Mn e 2-5% Zn. A aplicação ocorre via foliar, contribuindo para uma melhor absorção do Mn nas macieiras (GARCIA, 2018) e também por sulfato de manganês, utilizado na produção de fertilizantes.

CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos neste trabalho, é possível concluir que o Mn apresentou dados acima do limite de detecção. Ademais, Cd, Pb, Ni e Cu apresentaram traços, contudo, não exibiram valores quantitativos. No geral, este trabalho expõe uma problemática de relevância e que demonstra a necessidade de aprofundamento sobre a concentração e utilização alargada desses metais na produção de frutas, para assim externar as consequências e estabelecer normativas mais específicas, diminuindo o risco para a população.

Links por Ocorrência

Fragmento: o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

https://paginas.uepa.br/pcambientais/simposio/anaais_artigos_volume_1_2014.pdf

<http://portal.estacio.br/media/4227/anaais-do-vi-spe-e-il-jic-unesa.pdf>

Fragmento: Assim, o objetivo desse trabalho

URLs:

https://paginas.uepa.br/pcambientais/simposio/anaais_artigos_volume_1_2014.pdf

Fragmento: a qualidade de vida da população

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

https://paginas.uepa.br/pcambientais/simposio/anaais_artigos_volume_1_2014.pdf

http://www2.ifrn.edu.br/connepi/public_html/ciencias-da-saude.pdf

<http://portal.estacio.br/media/4227/anaais-do-vi-spe-e-il-jic-unesa.pdf>

<https://unp.br/arquivos/pdf/cursos/pesquisa/congressocientifico/anaais2012.pdf>

file:///C:/Users/luana/Desktop/analise_de_teor_de_metalos_toxicos_presente_em_maca.html

3/4

16/11/2019

Relatório DOCxWEB: <https://www.docxweb.com>

http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/sites/default/files/dissert_fernando_pinto_opt.pdf
http://189.28.128.100/dab/docs/eventos/mostra/pe_parte_1.pdf

Fragmento: a melhoria da qualidade do solo

URLs:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169071/1/anais-v-sigera-2017.pdf>

Fragmento: o objetivo deste trabalho é analisar

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>
http://edupalauniplac.com.br/downloads/ANAIS_II_EDUPALA_2018.pdf
http://189.28.128.100/dab/docs/eventos/mostra/pe_parte_1.pdf
<https://unp.br/arquivos/pdf/cursos/pesquisa/congressocientifico/anais2012.pdf>

Fragmento: deste trabalho, foram adquiridas

URLs:

https://paginas.uepa.br/pcambientais/simposio/anais_artigos_volume_1_2014.pdf

Fragmento: das Centrais de Abastecimento do

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: em seguida, foram encaminhadas para

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: de Físico-Química de Análise de

URLs:

http://www.lal.sp.gov.br/resources/editorinplace/lal/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf

Fragmento: manganês, níquel e cobre, nas maçãs,

URLs:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/manganês>

Fragmento: de espectrometria de absorção atômica de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

URLs:

http://www.lal.sp.gov.br/resources/editorinplace/lal/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169071/1/anais-v-sigera-2017.pdf>

Fragmento: abaixo do limite de detecção do

URLs:

http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5117/1/LD_COEAM_2014_1_10.pdf

Fragmento: e pequenas, pela Resolução – RDC nº 42/2013, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária

URLs:

http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b

Fragmento: ANVISA resolução – RDC nº 42, de 29 de agosto

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Fragmento: de Contaminantes Inorgânicos em

URLs:

http://www.lal.sp.gov.br/resources/editorinplace/lal/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf

Fragmento: (Tabela 2), é possível observar que

URLs:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169071/1/anais-v-sigera-2017.pdf>

Fragmento: são metais quimicamente reativos

URLs:

https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311_0925tcd25.pdf

Fragmento: sulfato de manganês, utilizado na

URLs:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/manganês>

Fragmento: CONCLUSÃO A partir dos dados obtidos

URLs:

<https://www.rasbran.com.br/rasbran/issue/download/17/20>

Relatório DOCxWEB: <https://www.docxweb.com>



ANEXO G – AUTORIZAÇÃO PARA ENCAMINHAMENTO DO TCC PARA DEFESA

Eu, Professor Leonardo Bidoia dos Santos, docente do curso de Ciências Biológicas, orientador da acadêmica Patricia Manica Orleinik, na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado: Análise de teor de metais tóxicos presente em maçãs, declaro estar de acordo com o envio do trabalho sob minha orientação para avaliação da banca e defesa pública.

Cascavel 11 de novembro de 2019



LEORNARDO BIDOIA DOS SANTOS

RG: 80832818/SSPPR

CPF: 03320536958

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902



Scanned with
CamScanner



**ANEXO H – SOLICITAÇÃO DE COMPOSIÇÃO DE BANCA DE DEFESA DE
TCC**

Eu, Patricia Manica Orleinik acadêmico(a) de Ciências Biológicas, juntamente com meu professor(a) orientador(a) Leonardo Bidoia dos Santos, docente do curso de Ciências Biológicas, viemos por meio deste solicitar a composição da banca de defesa pública do Trabalho de Conclusão de curso intitulado Análise de concentração de metais pesados presentes em maçãs, com os professores citados abaixo:

Leonardo Bidoia dos Santos	Orientador
Cristiane Paulus	Titular
Maria Izabel de Mattos	Titular
Patricia Galvão	Suplente

Cascavel 24 de setembro de 2019

LEONARDO BIDOIA DOS SANTOS
RG: 80832818/SSPPR
CPF: 03320536958

PATRICIA MANICA ORLEINIK
RA: 201511769
RG: 12.495.962-4

Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Avenida das Torres, 500 – Loteamento Fag
Cep: 85806-095 Cascavel – Pr
Telefone: (45) 3321-3900 Fax: (45) 3321-3902