

Determinação de chumbo e cádmio em açúcar comercializado na cidade de Recife

Determination of lead and cadmium in sugar commercialized in Recife city

Rodrigo Santos de Oliveira

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
rs_psx@hotmail.com

Durval Augusto Lira Queiroz dos Santos

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
dalqscin@gmail.com

José Reginaldo de Arruda Cavalcanti

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 - Recife, Brasil
josereginaldo.17@hotmail.com

Hitaldo José Tavares de Araujo

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 – Recife, Brasil
hitalojta@gmail.com

Cleomácio Miguel da Silva

Escola Politécnica de Pernambuco
Universidade de Pernambuco
50.720-001 – Recife, Brasil
cleomacio@hotmail.com

Resumo

A fim de proporcionar maior segurança e informação aos consumidores é muito importante a realização de análises de metais pesados nos alimentos consumidos pela população, pois a ingestão de elevadas quantias desses elementos podem provocar diversos problemas de saúde. E disso parte o objetivo do trabalho, que busca quantificar a concentração do chumbo e cádmio no açúcar mascavo comercializado na cidade do Recife. Amostras do açúcar coletadas na cidade foram analisadas através da técnica de espectrometria de massa para ser determinada as concentrações desses metais. Obtidos os resultados e comparando com a literatura disponível, os níveis de concentração de chumbo e cádmio no açúcar, com valores máximos de 1,60 mg/kg e 1,30 mg/kg respectivamente, foram constatados altos para o consumo humano.

Palavras-Chave: açúcar; espectrometria; metais; chumbo, cádmio

Abstract

In order to provide greater security and information to the consumers, it is very important to perform heavy metal analysis in foods consumed by the population because the intake of large amounts of these elements can cause various health problems. And that's the purpose of this work, which seeks to quantify the concentration of lead and cadmium in the brown sugar commercialized in the city of Recife. Sugar samples collected in the city were analyzed by mass spectrometry to determine concentrations of these metals. With the obtained results and comparing with the available literature, the concentration levels of lead and cadmium, with maximum values of 1.60 mg/kg and 1.30 mg/kg respectively, were found high for human consumption.

Keywords: sugar; spectrometry, metals, lead, cadmium

1 Introdução

Mesmo imperceptíveis muitos elementos tóxicos podem estar presentes nos mais variados alimentos consumidos diariamente pela população mundial, ainda que em pequenas concentrações. Assim, é importante medir o nível de concentração que as pessoas estão ingerindo todos os dias de cada alimento, direta ou indiretamente, buscando sempre prevenir problemas de saúde provenientes da ingestão de uma elevada quantia desses elementos. Muitas vezes esses problemas ocorrem por conta da contaminação principalmente no solo usado para o cultivo de determinados vegetais. A pesquisa foca na determinação da concentração dos metais pesados chumbo (Pb) e cádmio (Cd) no açúcar comercializado na Região Metropolitana do Recife, que é consumido diariamente em larga escala.

Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), gramínea de clima tropical, é cultivada em regiões de boa drenagem e de clima quente com solos férteis, com características de clima compatíveis que atendem as exigências técnicas da cultura. Cultivada principalmente como matéria prima para a produção de açúcar, álcool, fermento e inúmeros outros derivados, tanto para utilidades alimentícias como para indústria química [5]. O Brasil é um grande produtor e exportador de açúcar. A produção brasileira de cana-de-açúcar atingiu 717.462.101 toneladas em 2010, um aumento de 3,7%. A área colhida cresceu 5,3%, alcançando 9.076.706 hectares [6].

Designa-se metal pesado o grupo de elementos que, ocorrem em sistemas naturais em pequenas concentrações e apresentam densidade igual ou acima de 5g/cm³ [1].

O cádmio, na natureza, é um elemento traço cuja concentração na crosta terrestre varia de 0,15 a 0,20 ppm, seu principal mineral fonte é a greenockita CdS, a maior parte do Cd utilizado na indústria foi produzido nos últimos 20 anos [26], daí sua atualidade; é um elemento que encontra vários usos como: em fungicidas, baterias, tratamento da borracha, produção de pigmentos, em indústrias de galvanoplastia dando brilho e resistência à corrosão a objetos [7].

O chumbo é um elemento tóxico e ocorre como contaminante ambiental devido seu largo emprego industrial, como: indústria extrativa, petrolífera, de acumuladores, tintas e corantes, de cerâmica e bélica, encontra-se intensamente no meio em que o homem vive, a população urbana defronta-se com este problema devido à constante emissão por veículos automotores, pelas indústrias, ou ainda pela ingestão de alimentos sólidos e líquidos contaminados [8] [9].

O solo possui uma grande capacidade de retenção de

metais pesados, porém, se essa capacidade for ultrapassada, os metais em disponibilidade no meio penetram na cadeia alimentar dos organismos vivos ou são lixiviados, colocando em risco a qualidade do sistema de água subterrânea. A retenção desses metais no solo pode se dar de diferentes formas. [11] [4]. A contaminação dos solos por Cd se dá principalmente por mineração, poluição atmosférica de indústrias metalúrgicas, queima de combustíveis fósseis entre outros [10]. [12] reportam que o destino do Pb no solo, proveniente de atividades antropogênicas, tem sido causa de muitas pesquisas e investigações, devido à entrada desse metal na cadeia alimentar do homem. A contaminação de solos com chumbo é um processo cumulativo praticamente irreversível. O uso de elementos aditivos antidetonante em gasolina como chumbo, é grande a fontes de contaminação de solos e plantas, pois partículas desse metal são aerotransportadas por uma longa distância em torno de rodovias [1].

A cultura da cana-de-açúcar utiliza grandes quantidades de fertilizantes fosfatados. Um dos fertilizantes mais utilizados é o fosfogesso, um subproduto da fabricação de fertilizante fosfatado a partir do beneficiamento das rochas fosfáticas com ataque de ácido sulfúrico. Ele contém, principalmente sulfato de cálcio dihidratado e teores de P₂O₅ em torno de 0,7%. Porém, estudos recentes mostraram que fertilizantes contém grandes quantidades de metais pesados, especialmente, chumbo e cádmio [2]. Estudos realizados por [3], mostraram que a cana-de-açúcar absorve facilmente metais pesados. Portanto se faz necessário à determinação das concentrações desses metais pesados no açúcar, subproduto da cana-de-açúcar, consumido pela população.

2 Materiais e Métodos

Para a pesquisa foi escolhido o açúcar mascavo que foi comprado em sacos de um quilo em mercados da região metropolitana da cidade de Recife. Desse material retiraram-se dez amostras distintas de cinco gramas cada.

Nos laboratórios do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE) foi realizado todo o processo de preparação de amostras e para isso foi necessário inicialmente retirar toda a umidade presente nelas. As amostras foram depositadas em recipientes cilíndricos de papel alumínio, deixadas em estufa a aproximadamente 70 graus Celsius, pesadas a cada 30 minutos, até a massa estabilizar-se, indicando o valor da massa seca.

O processo de digestão seguiu a metodologia desenvolvida por [25]. As amostras foram transferidas para um bécker com capacidade de 50 ml. Em seguida foi adicionada 1 ml de HNO₃, 1 ml de HClO₄, 1 ml de H₂SO₄ e 1ml de água de pureza elevada (18 MΩ). A solução formada foi

aquecida a uma temperatura de 90 °C durante 30 minutos. Após o resfriamento, foram adicionados 50 ml de água de pureza elevada (18 MΩ) nas amostras digeridas.

Preparadas as amostras, as mesmas foram então inseridas no espectrômetro de massa dos laboratórios do CRCN-NE para serem determinadas as concentrações dos metais pesados Cd e Pb em cada amostra. A Figura 1 ilustra, de forma resumida, todos os processos que a amostra inserida no equipamento é submetida até dar a concentração dos elementos presentes na mesma.

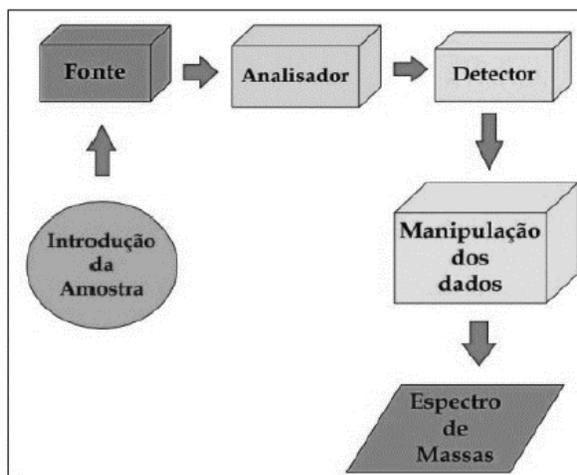


Figura 1: Componentes principais de um equipamento de espectrometria de massa.

No equipamento, as amostras foram ionizadas através de bombardeamento por feixe de íons ou elétrons de alta energia e então enviado para o analisador, etapa em que são acelerados na presença de um campo elétrico ou magnético, logo em seguida enviadas para o detector onde ocorre a separação dos íons de acordo com a relação massa/carga. Após cada íon ser analisado os dados obtidos foram enviados para um sistema acoplado, onde é realizada a análise do espectro determinando a concentração dos elementos presentes, dentre eles os metais pesados Cd e Pb.

3 Resultados e Discussões

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a indústria açucareira brasileira. É nesse aspecto da importância deste setor agroindustrial que se justifica a necessidade do conhecimento e disseminação das informações pertinentes aos processos de produção de um açúcar de qualidade evitando qualquer tipo de risco químico, físico ou biológico [14]. A gestão da qualidade exerce um papel de extrema importância na indústria de alimentos, uma vez que o produto ofertado por este segmento pode pôr em

risco a saúde do consumidor, caso a sanidade deste produto não seja assegurada [15].

Para que um determinado elemento presente no solo possa ser absorvido pelas plantas, há necessidade de o mesmo se encontrar em forma disponível, ou seja, solúvel na solução do solo. Dessa forma, a presença de matéria orgânica, de óxidos e de hidróxidos de alumínio, ferro e manganês, ou seja, o tipo e a composição do solo, as características e as propriedades das substâncias orgânicas e das inorgânicas presentes, o valor e as variações do pH, o potencial redox do solo e a especiação química do metal em questão são fatores que interferem na disponibilidade do elemento [21]. Além disso, a presença da planta e os fenômenos de troca que se verificam na rizosfera também devem ser considerados.

O aumento anormal das concentrações destes metais pesados na cana de açúcar de algumas áreas pode ser resultante da deposição atmosférica e da aplicação de fertilizantes, corretivos, agrotóxicos [24], água de irrigação [23] e resíduos orgânicos e inorgânicos [22].

Avaliando a absorção e a toxidez de Cd em plantas de cana-de-açúcar, [16] mostraram que a cana-de-açúcar não conseguiu se desenvolver com 320 mg kg⁻¹ de Cd no solo e que a maior acumulação desse metal ocorreu nas raízes. Resultados semelhantes foram encontrados por [17], que observaram concentrações mais elevadas de Cd nas raízes e mais baixas no caldo da cana-de-açúcar, indicando, portanto, que um meio de haver entoxicação por cádmio é a absorção do metal do solo onde a cana de açúcar é cultivada.

O chumbo, assim como o cádmio, pode ser absorvido pelas raízes das plantas quando o solo que a mesma se encontra está contaminado com o metal pesado. Estudos realizados por [3] mostraram que o metal fixa-se na planta, no seu fruto e outras partes, contaminando assim os produtos finais derivados desse vegetal.

Estes elementos químicos apresentam grande mobilidade no meio ambiente e são biocumulativos, acarretando em riscos à saúde ambiental e humana, através de mudanças metabólicas e alterações gênicas que podem em humanos, provocar cânceres e morte [18] [19] [20].

Na tabela 1, podemos observar os resultados obtidos das concentrações em miligrama por quilograma dos metais em estudo, nesse caso o Chumbo (Pb) e cádmio (Cd) presente nas amostras. Os resultados obtidos mostram uma alta variabilidade dos dados obtidos durante análise.

Amostra	Concentração (mg.kg ⁻¹)	
	Chumbo	Cádmio
1	0,12	0,34
2	0,21	0,43
3	0,30	0,20
4	0,40	0,12
6	1,20	0,37
7	0,80	1,06
8	0,14	0,54
9	1,60	0,67
10	0,50	1,30

Tabela 1: Concentrações de chumbo e cádmio nas amostras de açúcar mascavo

Na figura 2, vemos os valores de concentração máxima permitidos segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) [13], que tem como referência a legislação de alimentos e bebidas do MERCOSUL, em mg/kg.

Alimento	Pb	Cd	Ni	Cr	Cu
mg.kg ⁻¹					
Sucos Naturais	-	0,50	3,00	-	30,00
Outros Alimentos	0,80	1,00	5,00	0,10	30,00

Figura 2: Concentrações de metais permitidas em alimentos para consumo humano.

Os resultados significativos obtidos com o uso do espectrômetro de massa são apresentados na Tabela 1, em mg/Kg. As concentrações presentes no açúcar ficaram entre 0,12 mg/Kg a 1,60 mg/Kg para o Pb e entre 0,12 mg/Kg a 1,30 mg/Kg para o Cd. Verificando a figura 2, percebe-se que as concentrações em algumas amostras superaram os valores máximos admissíveis para consumo humano.

4 Conclusão

As concentrações máximas dos metais presentes no açúcar foram 1,60 mg/Kg para chumbo e 1,30 mg/kg para cádmio. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) prevê uma concentração admissível por kg, para os metais pesados, de dois miligramas (0,80 mg) para chumbo e um miligrama (1,0 mg) para cádmio. Pôde-se observar que a concentração de cádmio e chumbo apresentou valor acima do permitido, ou seja, não recomendável para o consumo humano. Sendo o açúcar mascavo oriundo integralmente do caldo de cana de açúcar, existe uma necessidade de investigação para determinar se esses metais

estão presentes na cana de açúcar, que veio a ser contaminada por meios externos, ou se são incorporados ao açúcar através de contaminação no processamento do mesmo.

Referências

- [1] D. C. Adriano. Trace elements in the terrestrial environment. In: *Anais do Springer-Verlag*, New York, pages 533, 1986
- [2] A. S. Amaral. Liberação de Zn, Fe, Mn, Cd e Pb de quatro corretivos de acidez do solo e absorção por plantas de alface, em dois solos de diferentes texturas. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- [3] F. Camilotti, et. al. Acúmulo de metais pesados em cana-de-açúcar mediante a aplicação de lodo de esgoto e vinhaça. In *Anais de Eng. Agrícola*, Jaboticabal, páginas 284-293, 2007.
- [4] O. A. Carvalho. Complexos de metais pesados com substâncias húmicas e matéria orgânica: estabilidade das ligações. In *Anais São Carlos: EMBRAPA-CNPDIA: Encontro Brasileiro sobre Substâncias Húmica*, São Carlos. Páginas 2-3. 1997.
- [5] R. Cesnik. Melhoramento da cana-de-açúcar. In *Anais do Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília*. paginas 307, 2004.
- [6] IBGE (Instituto de Geografia e Estatística). Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes, vol. 37, Rio de Janeiro, páginas 1-91, 2010.
- [7] J. W. Moore, S. Ramamoorthy. Heavy metals in natural waters. *Nova York: Springer-Verlag*, Pages 328, 1984.
- [8] L. Larini. Toxicologia. *São Paulo: Manole*, página 315, 1987.
- [9] J. O. Nriagu. A silent epidemic of environmental metal poisoning? , *Environ. Pollution*, v.50, pages 61- 139, 1988.
- [10] P. J. Matthews. Control of metal application rates from sewage sludge utilization in agriculture. *CRC Crit. Rev. Environ. Control*, v.14, pages 199-250, 1984.
- [11] A. T. Matos, et. al. Mobilidade e formas de retenção de metais pesados em latossolo vermelho-

- amarelo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.20, páginas 379-86, 1996.
- [12] A. Kabata-Pendias; H. Pendias. Trace elements in soils and plants. 2.ed. New York: CRC PRESS, pages 365, 1992.
- [13] Compêndio. MERCOSUL: Legislação de alimentos e bebidas. *Associação Brasileira de Indústrias de Alimentação*, São Paulo, páginas 34, 1995.
- [14] A. M. Groff. Fatores de Produção Agropecuária. *Apostila, transparências e notas de aulas. Campo Mourão: PP, Departamento de Engenharia de Produção, FECILCAM*, 2010.
- [15] J. E. Sordan, et al. Gestão da qualidade no setor sucroalcooleiro: um estudo sobre a implantação de um sistema de gestão APPCC, 2006.
- [16] T. H. Weng, W.C. Liu, & S.W. LI. Cadmium uptake and toxicity on sugarcane. In *Anais do TAIWAN SUGAR RESEARCH INSTITUTE. Report 1992-1993a*. Tainan, páginas 12-13, 1993.
- [17] W. C. LIU, et al. Metal pollutants in landfill soils and their effect on sugarcane. *J. Environ. Geoch. Health*, 3, pages 1-13, 1993.
- [18] K. K. Krishnani. Biosorption mechanism of nine different heavy metals onto biomatrix from rice husk. *Journal of Hazardous Materials, Volume 153, Issue 3*, pages 1222–1234, 2008.
- [19] S. A. Moreira; F. W. Sousa; A. G. Oliveira. Remoção de metais de solução aquosa usando bagaço de Caju. *Quim. Nova, Vol. 32, No. 7*. páginas 1717-1722, 2009.
- [20] F. Murred, et. al.. Biosorption of Zinc by Chemically Modified Biomass of Corn cob (*Zea mays* L.). *Middle-East J. Sci. Res.*, 11 (9), pages 1226-1231, 2012.
- [21] M. E. Mattiazzo-Prezott. Comportamento do cobre, cádmio, cromo, níquel e zinco adicionados a solos de clima tropical em diferentes valores de pH. Tese de Livre Docência, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1994.
- [22] A. N. M. B. Sobrinho; A.C.X. Velloso; L.M. Costa. Lixiviação de Pb, Zn, Cd, e Ni em solo Podzólico Vermelho Amarelo Tratado com Resíduos Siderúrgicos. *Revista Floresta e Ambiente, Seropédica, v.3, n.1*. Páginas 65-75, 1999.
- [23] J. F. G. Ramalho, et. al.. Acúmulo de Metais Pesados em Solos Cultivados com Cana de Açúcar pelo uso Contínuo de Adubação Fosfatada e Água de Irrigação. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 23, páginas 971-979, 1999.
- [24] J. E.V. Núñez et.al.. Consequências de Diferentes Sistemas de Preparo do Solo Sobre a Contaminação do Solo, Sedimentos e Água por Metais Pesados. *R. Bras. Ci. Solo*, v.23, páginas 981-990, 1999.
- [25] H. Akagi, et. al.. Methylmercury pollution in the Amazon. *Sci Total Environ*, 175, pages 85-95, 1995.
- [26] B. J. Alloway. Heavy metals in soils. *John Wiley*, New York, pages 339, 1990.