

Encontro anual de
INICIAÇÃO 
CIENTÍFICA DA UNESPAR

**ANÁLISE DOS ELEMENTOS METÁLICOS EM MEL DE ABELHAS COMERCIALIZADO
NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**

Ketelen Michele Guilherme de Oliveira (PIC, Fundação Araucária)
Unespar/Campus de Paranavaí, ketelenguiloliveira@hotmail.com
Lucila Akiko Nagashima (Orientador)
Unespar/Campus de Paranavaí, lucilanagashima@uol.com.br

RESUMO: Atualmente os produtos apícolas são produzidos em ambientes muitas vezes considerados inóspitos, uma vez que as abelhas operárias efetuam viagens exploratórias num raio de até sete quilômetros que cercam o seu habitat para recolher o material necessário para o mel. Em busca pelo néctar e pólen das flores, as abelhas podem ter contato com essas áreas inóspitas, microrganismos e demais partículas suspensas no ar que aderem ao seu corpo e serem depositados na colmeia junto com o pólen, ou podem ser absorvidos junto com o néctar das flores, ocasionando a contaminação do produto. O estudo realizado para a determinação dos metais-traço no mel de abelhas pode ser considerado uma ferramenta para o biomonitoramento ambiental. A concentração dos metais traço nos produtos apícolas reproduz o perfil de metais de toda a região visitada pelas abelhas operárias, sendo excelentes bioindicadores ambientais, útil na avaliação do grau de contaminação daquele espaço. Assim, o objetivo deste trabalho foi efetuar a caracterização dos elementos metálicos magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K), zinco (Zn), chumbo (Pb), sódio (Na), cobalto (Co), ferro (Fe), cobre (Cu), cádmio (Cd), arsênio (As) e manganês (Mn) em amostras de mel provenientes da região noroeste do Paraná, pela Espectrometria de Absorção Atômica de Chama segundo metodologia da *Association of Official Analytical Chemists*. As análises foram efetuadas no Laboratório de Química – Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá, Paraná. Foram analisadas seis amostras, nas quais os metais As, Co, Cd e Fe não foram detectados nas amostras. Três das amostras analisadas apresentaram níveis do metal chumbo elevado, quando comparadas com o valor máximo estabelecido pela legislação brasileira. A detecção deste elemento (chumbo) e outros metais pesados em grandes proporções podem indicar que o ambiente em que se encontra a colmeia está contaminado. Diversos são os vínculos de contaminação, destes o solo, ar, água, e até materiais utilizados na área de extração do mel, podem conseqüentemente serem introduzidos juntos na colmeia.

Palavras-chave: Metais pesados. Biomonitoramento. Mel.

INTRODUÇÃO

O setor apícola brasileiro, bem distribuída em todo o território nacional, desfruta de uma cômoda situação em virtude da valorização dos produtos, sendo capaz de gerar grandes produções com tarifas competitivas. No entanto, tal situação exige adequações do ponto de vista produtivo, para que sejam atendidos os requisitos dos consumidores/importadores.

O mel possui em sua composição diversos minerais que são importantes para metabolismo humano. Esses minerais são em parte provenientes do solo, que são absorvidos pelas plantas e transportados para o néctar. Desta forma as características e composição do mel, variam de acordo com os tipos de solos e com a origem floral que são utilizadas pelas abelhas (EPIFÂNIO, 2012).

**Encontro Anual de Iniciação Científica
da Unespar**

Atualmente os produtos apícolas são produzidos em ambientes muitas vezes considerados inóspitos, uma vez que as abelhas operárias efetuam viagens exploratórias num raio de sete quilômetros que cercam o seu habitat para recolher o material necessário para o mel (RIBEIRO, 2010). Pautado nesse acontecimento, as abelhas e seus produtos podem ser usados como bioindicadores para monitoramento de impacto ambiental provocado pelos fatores físicos, químicos e biológicos (RISSATO et al., 2006). Assim, a concentração dos metais traço nos produtos apícolas reproduz o perfil de metais de toda a região visitada pelas abelhas operárias, sendo excelentes bioindicadores ambientais, útil na avaliação do grau de contaminação daquele espaço. No Brasil, há legislações que estabelecem o limite máximo de contaminantes nos alimentos (Quadro 1), tais como o Decreto 55.871/1965 do Ministério da Saúde, Portaria 11/1987 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, Portaria 685/1998, Instrução Normativa 42/1999, o anexo IV da Instrução Normativa 14/2009 que consiste no programa de controle de resíduos e contaminantes do mel (BRASIL, 2009).

Quadro 1. Concentração máxima para alguns metais em mel

Elementos	Concentração máxima permitida ($\mu\text{g.g}^{-1}$)			
	Dec. 55871/65	Port. 11/87	Port. 685/98	Inst. Norm. 14/09
Arsênio (As)	1,00	Não definido	1,00	0,50
Cádmio (Cd)	1,00	Não definido	Não definido	0,50
Chumbo (Pb)	0,80	Não definido	Não definido	0,50
Cobre (Cu)	30,0	Não definido	10,00	Não definido
Cromo (Cr)	0,10	0,10	Não definido	Não definido
Mercúrio (Hg)	0,01	Não definido	Não definido	0,50
Níquel (Ni)	5,00	Não definido	Não definido	Não definido
Selênio (Se)	0,05	Não definido	Não definido	Não definido
Zinco (Zn)	50,00	Não definido	Não definido	Não definido

Fontes: Decreto 55871/65 (BRASIL, 1965). Portaria 11/87 (BRASIL, 1987). Portaria 685/98 (BRASIL, 1998). Instrução Normativa 14/09 (BRASIL, 2009).

Os metais pesados quando em excesso são potencialmente prejudiciais, podendo atuar como elementos mutagênicos, carcinogênicos e citotóxicos ao nosso organismo. Esses elementos quando presentes no néctar das flores permanecem nele, inclusive após sua transformação pelas abelhas, em mel. Metais pesados presentes nos produtos apícolas, em níveis acima dos estabelecidos por legislações pertinentes, representam ameaça para os seres humanos em função dos efeitos negativos e cumulativos de tais contaminantes para o organismo. O rim e o sistema nervoso central são órgãos muito sensíveis aos metais pesados. Uma exposição alterada a esses elementos poderia levar a insuficiência renal (BURBURE et al., 2006).

Encontro Anual de Iniciação Científica da Unespar

Diante disso, o objetivo do trabalho foi a determinação da concentração dos elementos traço Mg, Ca, K, Co, Na, Pb, Fe, Cu, Mn, Zn, Cd e As pela Espectrometria de Absorção Atômica de Chama e discutir como as abelhas e o mel atuam como parâmetros bioindicadores de poluição ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de mel

Foram pesquisadas três variedades de mel comercializadas na cidade de Paranavaí, e mais três amostras foram obtidas diretamente de apicultores, produzidos na região de Paranavaí, Estado do Paraná. No Quadro 2 estão discriminadas as características das amostras empregadas na determinação dos elementos-traço.

Quadro 2. Origem das amostras

Códigos	Fonte fornecedora	Origem floral	Período de produção
A	Comercializado	Silvestre	Janeiro de 2013
B	Comercializado	Silvestre	Fevereiro de 2013
C	Comercializado	Silvestre	Dezembro de 2012
D	Apiário	Laranjeira	Fevereiro de 2013
E	Apiário	Silvestre	Janeiro de 2013
F	Apiário	Silvestre	Janeiro de 2013

Determinação dos elementos-metálicos

As vidrarias empregadas nessa atividade foram previamente lavadas com HCl 10% para remoção dos contaminantes presentes, e enxaguadas com água destilada. As amostras de mel foram coletadas para a determinação do Mg, Ca, K, Co, Na, Pb, Fe, Cu Mn, Zn, Cd e As pela técnica de Espectrometria de Absorção Atômica de Chama (EAA). Em um béquer foram adicionadas 2g de mel, 4 mL de ácido nítrico (HNO₃) PA e água destilada até completar o volume de 100 mL e submetido ao aquecimento para a digestão do material. As análises dos elementos metálicos foram efetuadas no Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá pela Espectrometria de Absorção Atômica, segundo metodologia da *Association of Official Analytical Chemitrys*.

RESULTADOS

**Encontro Anual de Iniciação Científica
da Unesp**

A Quadro 3 ilustra os valores médios (mg.kg^{-1}) para os elementos analisados. Os metais As, Co, Cd e Fe não foram detectados nas amostras. Observou-se variabilidade na concentração dos minerais na composição das amostras pesquisadas.

Quadro 3. Níveis de metais detectados nas amostras de mel

Amostras	Média dos valores obtidos (mg.kg^{-1})											
	Mg	Ca	K	Co	Na	Pb	Fe	Cu	Mn	Zn	Cd	As
Mel A	70,12	52,91	651,52	nd	84	2,57	nd	0,81	7,11	2,76	nd	nd
Mel B	29,32	nd*	527,84	nd	82,17	4,08	nd	1,27	2,07	3,60	nd	nd
Mel C	68,85	14,75	1583,54	nd	87,23	nd	nd	0,81	2,35	1,18	nd	nd
Mel D	26,77	nd	493,42	nd	87,62	nd	nd	0,58	2,32	0,78	nd	nd
Mel E	40,80	nd	750,33	nd	76,11	0,87	nd	0,43	2,66	1,23	nd	nd
Mel F	40,12	nd	1528,72	nd	87,53	nd	nd	0,93	9,86	0,98	nd	nd

*nd = não detectado

Os elementos Na, K, Ca, Fe, Cu, Mg e Zn são denominados como elementos essenciais, pois são necessários ao metabolismo biológico dos organismos vivos, em nível traço, na ordem de microgramas (RIBEIRO, 2010). Já os elementos As, Pb, Cd e Al são classificados como micro-contaminantes ambientais e não necessários ao organismo vivo em nenhuma quantidade. O Zn, Fe e Mn são também micro-contaminantes, porém necessários ao organismo vivo, na ordem de micrograma-nanograma, entretanto acima destes níveis, estes metais podem se tornar potencialmente tóxicos.

A planta também utiliza os minerais da solução do solo para sua nutrição e equilíbrio do seu crescimento vegetativo e reprodutivo. Os nutrientes minerais essenciais para a planta são divididos em nutrientes orgânicos, macronutrientes, micronutrientes e elementos úteis como o sódio, por exemplo. Potássio, cálcio, e magnésio estão entre os minerais exigidos em grandes quantidades pelas plantas, sendo denominados macronutrientes. A deficiência do potássio por exemplo, causa interferência na síntese proteica, retardando a maturação, e produzindo frutos verdes, duros e ácidos. Os elementos cobre, ferro, manganês e zinco são exigidos em pequenas quantidades e são chamados de micronutrientes (ALBUQUERQUE, 2004). Desta forma os minerais absorvidos do solo serão transportados para o néctar coletado pela abelha, e para os animais e ao homem na forma de forragem ou alimento.

Os metais pesados quando em excesso exercem efeitos negativos sobre o crescimento das plantas, e também afetam os processos bioquímicos que ocorrem no solo. A decomposição do material

Encontro Anual de Iniciação Científica da Unespar

orgânico adicionado ao solo, a mineralização do nitrogênio e a nitrificação podem ser inibidos em locais contaminados por metais pesados (TSUTIYA, 1999).

No ambiente encontramos metais pesados em forma biodisponíveis para os seres vivos, podendo estar nas formas solúveis, em que o metal está na forma iônica e pode ser facilmente absorvido pelas plantas; trocáveis, na qual o metal ligado eletrostaticamente em sítios de adsorção carregados negativamente na matéria orgânica ou nas argilas, sendo facilmente trocado por íons presentes na solução do solo. Estas formas são os mais preocupantes pois apresentam maior biodisponibilidade. Ainda podem ser encontrados nas formas de precipitado, adsorvidos especificamente, e ligados a materiais orgânicos insolúveis (MEURER, 2004).

Os metais K, Mg, Na, Mn foram os elementos mais abundantes, com índices superiores a 493,42 mg.kg⁻¹; 26,77 mg.kg⁻¹; 76,11 mg.kg⁻¹ e 2,07 mg.kg⁻¹, respectivamente. Os teores dos metais não apresentaram homogeneidade, devido as amostras serem multiflorais, consequência da sua produção na região Noroeste do Paraná. Sendo assim, o intervalo de variação foi elevado, com exceção para o zinco que variou de 1,18 a 3,60 mg.kg⁻¹. O metal Pb foi detectado na amostra de mel A, B e E, sendo que a amostra B apresentou o nível mais elevado, cuja concentração foi de 4,08 mg.kg⁻¹. Assim, observou-se que teor de Pb detectado nas amostras A, B e E foi superior aos limites determinados pelo Decreto 55871/65 e pela Instrução Normativa cujos valores estabelecidos são 0,80 mg.kg⁻¹ e 0,50 mg.kg⁻¹, respectivamente. Foi superior também aos níveis obtidos por Celechovska et al. (2001), cujos valores foram de 0,02 a 1,0 mg.kg⁻¹. Já os níveis de Cu e Zn estão dentro dos limites estabelecidos pelas legislações contidas na Quadro 1. O mineral Mn foi detectado em todas as amostras, sendo que a menor concentração foi identificada no mel B (2,07 mg.kg⁻¹) e a mais elevada foi encontrada no mel F (9,86 mg.kg⁻¹), valores mais elevados quando comparados com a pesquisa efetuada por Bertoldi et al. (2010), cujos valores mínimos e máximos foram 0,69 mg.kg⁻¹ e 5,26 mg.kg⁻¹, respectivamente.

A presença de Pb em níveis acima dos limites estabelecidos pelas legislações (Quadro 1) podem ter sido resultantes de práticas apícolas indesejadas como as colmeias pintadas com tintas e a retirada de própolis que recobre a colmeia favorecendo a contaminação dos produtos originados da tinta (RIBEIRO, 2010). Outra hipótese seria a localização das colmeias em regiões ricas em indústrias metalúrgicas e químicas, que reconhecidamente contribuem para a contaminação do ambiente, como é o caso do mel A e B. Já a colmeia do mel B está localizada na região onde há produção agrícola e provavelmente o nível de chumbo pode ser proveniente do uso de inseticida na região uma vez que o arsenato de chumbo pode ser um dos componentes do inseticida. Uma outra fonte de chumbo poderia ser o solo que é considerado um dos principais depósitos do metal. Assim, pode-se afirmar que os produtos apícolas passam por processo de bioacumulação, sendo muito útil na coleta de informações

Encontro Anual de Iniciação Científica da Unespar

relacionadas ao ambiente onde as abelhas vivem e coletam o pólen e o néctar para a síntese do mel. Durante este processo de coleta do material, as abelhas podem interceptar diversos microrganismos, produtos químicos e partículas suspensas no ar, estes podem ficar aderidos na superfície do corpo das abelhas e conseqüentemente serem depositados na colmeia juntamente com o pólen, ou ainda metais pesados podem ser provenientes do néctar das flores, ocasionando a contaminação do produto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento de resíduos de elementos-traço no mel auxilia na avaliação do potencial de risco destes produtos à saúde do consumidor e fornece informações sobre as características do ambiente de colheita e de suas vizinhanças. Das amostras de mel analisadas, três apresentaram a concentração do elemento Pb, acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Desta forma, é necessário que os apicultores reforcem a atenção quanto aos vínculos de contaminação, ocorridos em todo o ambiente visitado pelas abelhas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. C. S. **Adubação mineral da videira**. In: FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA-FENAGRI, 15., 2004, Petrolina. Minicursos: apostilas. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.

BERTOLDI, F.C.; REIS, V.D.A.; GONZAGA, L.V.; FETT, R.; CONGRO, C.R. Mel silvestre: qualidade para a valorização e a competitividade da apicultura no Pantanal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa: Pantanal, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 14/2009. Plano de Controle de Resíduos e Contaminantes em mel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 mai. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Decreto nº 55.871/1965. Modifica o Decreto nº 50.040/1961, referente às normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, 9 abr. 1965.

BRASIL. Portaria 11/1987. Determina o limite máximo de tolerância de cromo no produto a ser consumido que não represente risco à saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 mai. 1987.

**Encontro Anual de Iniciação Científica
da Unespar**

BRASIL. Portaria 685/1998. Aprova do Regulamento Técnico: princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 ago. 1998.

BURBURE, C.; BUCHET, J. P.; LEROYER, A.; NISSE, C.; HAGUENOER, J. M.; MUTTI, A.; SMERHOVSKY, Z.; CIKRT, M.; TRZCINKA-OCHOCKA, M.; RAZNIEWSKA, G.; JAKUBOWSKI, M.; BERNARD, A. Renal and neurologic effects of cadmium, lead, mercury, and arsenic in children: evidence of early effects and multiple interactions at environmental exposure levels. **Environmental Health Perspectives**, Cary, NC, v.114, n.4, p.584-590, 2006.

CELECHOVSKÁ, O.; VORLOVÁ, L. Groupsofhoney – Physico chemical properties and heavy metais. **Acta Veterinaria Brno**, 70, 91-95. 2001.

EPIFÂNIO, A. F. R. P. **Determinação de metais pesados em mel nacional por espectrometria de absorção atômica**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) - Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Medicina Veterinária, Portugal, 2012.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. 2. ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. 290p.

RIBEIRO, R. O.R. **Elementos traços em méis de abelhas (*apis mellifera*) do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: a influência da sazonalidade**. Dissertação (Mestrado em Higiene veterinária), Universidade Federal Fluminense, 2010.

RISSATO, S.R.; GALHIANE, M.S.; KNOLL, F.R.N.; ANDRADE, R.M.B.; ALMEIDA, M.V. Método multirresíduo para monitoramento da contaminação ambiental de pesticidas na região de Bauru (SP) usando o mel de abelhas como bioindicador. **Quím. Nova**. v.29, n.5, p.950-955, 2006.

TSUTIYA, M. T. Metais pesados: o principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.762-770.